

INRA mensuel

n° 84-85 octobre 1995



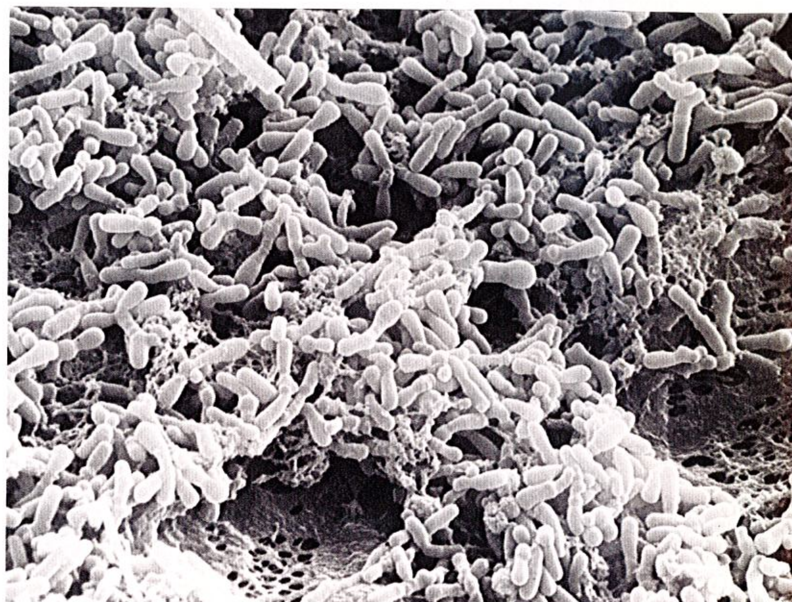


Travaux et Recherches

Actualités

Identifier des souches bactériennes dans un écosystème complexe

à l'aide d'une séquence à évolution rapide


Photo : Jean-Pierre Nicolas

Colonisation : *Bifidobacterium bifidum* exogène sur un fragment du côlon humain *in vitro.*

Les bifidobactéries sont l'objet depuis quelques années d'un grand intérêt de la part des industriels laitiers, qui ont mis au point des produits "au *Bifidus*". En effet, certaines espèces de bifidobactéries appartiennent à la flore intestinale dominante de l'homme et de mammifères ; de nombreuses études ont été faites sur l'impact probiotique de ces bactéries (c'est-à-dire sur leurs éventuels effets favorables pour l'équilibre physiologique, voire pour la santé de l'homme, par exemple en stimulant les réponses immunitaires). Ces études nécessitent le développement d'outils permettant la caractérisation très précise non seulement des espèces mais aussi des souches du genre *Bifidobacterium.* C'est en particulier le cas des études impliquant leur suivi dans des écosystèmes complexes tel qu'un intestin (Mangin *et al.*, 1994).

Par ailleurs, pour utiliser des bifidobactéries dans la préparation de laits fermentés, **il est indispensable de savoir identifier sans ambiguïté des souches non pathogènes**, sélectionnées en fonction de leurs aptitudes technologiques.

Depuis la découverte de la première souche bifide par Tissier (1900), de nombreuses études taxinomiques ont été réalisées. De multiples critères phénotypiques (fermentation de sucres, caractéristiques sérologiques ou biochimiques, comportement électrophorétique d'isoenzymes, composition des phospholipides) ont été étudiés afin de regrouper les souches bifides en espèces (Scardovi, 1986). De même, des caractéristiques génotypiques ont été étudiées comme le pourcentage en G+C de leur génome ou leur pourcentage de similarité par les hybridations croisées ADN-ADN (Biavati *et al.*, 1991). Toutefois, toutes les données obtenues montrent que le genre *Bifidobacterium* regroupe des souches très différentes rendant ainsi délicate l'identification des espèces et par là même la caractérisation des souches. À titre d'exemple, on estime aujourd'hui que le nombre de critères fermentaires nécessaire à l'identification précise des souches dépasse 150.

Une alternative aux études fermentaires est l'utilisation d'outils moléculaires. Un moyen efficace pour identifier précisément les souches bactériennes consiste à étudier une séquence à évolution rapide, c'est-à-dire accumulant des mutations sur un temps très court. La région qui sépare les gènes ribosomiques 16S-23S (ITS pour "internal transcribed spacer") est une séquence à évolution rapide qui présente deux autres avantages :

- la présence de régions conservées au sein des gènes qui la bordent permet la détermination d'amorces nécessaires à son amplification par PCR,
- elle est de courte taille et peut donc être très facilement amplifiée et rapidement séquencée.

L'amplification des ITS de 30 souches appartenant à 18 espèces différentes du genre *Bifidobacterium* montre que la taille des ITS varie de 260 pb à 550 pb en fonction des souches étudiées. Toutefois, ce critère n'est pas suffisant pour permettre la caractérisation non ambiguë des espèces, certaines d'entre elles présentant des ITS de taille identique. Du fait de son évolution rapide, la séquence des ITS varie en fonction des souches étudiées. Chacune d'entre elles présente une ITS de séquence unique ; ce qui permet son identification rapide.

De plus, les souches appartenant à la même espèce ont des ITS qui se ressemblent plus entre elles qu'avec celles des autres souches ; la divergence maximum observée au sein de l'espèce étant de l'ordre de 13 % maximum. Il est ainsi possible, par la comparaison des séquences de leur ITS de regrouper les souches en espèce.

Le séquençage des ITS est donc une méthode de choix pour l'identification des souches bactériennes. De plus, la présence de régions variables au sein des ITS permet la détermination d'amorces spécifiques de l'espèce ou de la souche étudiée. **De telles amorces peuvent alors être utilisées comme sonde dans le suivi de populations bactériennes dans des écosystèmes complexes, comme par exemple une flore intestinale ou encore un sol.**

Nathalie Leblond-Bourget,
Bernard Decaris,
Génétique et Microbiologie,
INRA U. A. 952, Université Henri Poincaré, Vandoeuvre-lès-Nancy.

À nous signaler

Il y a eu des erreurs de pliage dans l'impression du n°82 : le cahier des pages 3-4-5-6 / 39-40-41-42 a été intégré deux fois dans le même numéro.
Auriez-vous la gentillesse de nous signaler toutes les anomalies, qu'elles concernent l'impression ou le routage : saut d'un numéro, envoi de deux numéros à la même personne...
Nous vous remercions de prendre ce temps.
INRA mensuel

L'anomalie BLAD chez les bovins Holstein

Le BLAD est une maladie génétique dont la diffusion mondiale a été largement amplifiée par les pratiques de sélection et d'insémination artificielle. Des études récentes ont permis de mieux la caractériser et de commencer à l'éliminer. Avec les tests de caséines et de sexage, le test BLAD est l'une des premières applications à grande échelle de la génétique moléculaire chez les ruminants, en attendant les retombées des grands programmes de cartographie génétique.



Photo : L. Damour

Race Holstein.

Qu'est-ce que le BLAD ?

BLAD est une abréviation anglaise signifiant *bovine leukocyte adhesion deficiency*. C'est une anomalie génétique qui existe probablement depuis longtemps à l'état sporadique dans la population Holstein, mais dont le premier cas n'est découvert qu'en 1983. Le mécanisme de l'anomalie a été identifié par une équipe américaine qui a montré que chez l'animal atteint, une protéine dite CD18 de la membrane de certains globules blancs, les leucocytes neutrophiles, n'est pas fonctionnelle, de sorte que ces leucocytes ne peuvent pas sortir de la circulation sanguine pour combattre les infections dans les différents tissus. Il en résulte une très mauvaise défense de l'animal contre les infections bactériennes les plus banales, en particulier digestives, respiratoires, buccales et cutanées. L'identification de l'anomalie, une mutation ponctuelle dans le gène de la protéine CD18, conduit à la mise au point d'un test génétique permettant de distinguer les trois génotypes possibles : TL TL, c'est-à-dire non porteur, BL BL c'est-à-dire homozygote muté porteur de deux copies du gène BLAD, et BL TL, c'est-à-dire hétérozygote porteur d'une copie du gène muté et d'une copie du gène normal. Cette méthode, analysant directement l'ADN, est applicable indépendamment de l'âge, du sexe ou de l'état physiologique de l'animal. Ce test est d'une importance capitale puisqu'il permet à la fois :

- de tracer l'origine de l'anomalie,
- d'estimer la fréquence de l'anomalie dans la population actuelle,
- de mesurer objectivement l'effet de l'anomalie à l'état homozygote ou hétérozygote,
- de faciliter considérablement son éradication,
- de rechercher une éventuelle association entre cette anomalie et des caractères intéressants et sélectionnés.

L'origine de l'anomalie

Une analyse rétrospective a montré que le taureau Holstein américain Osborndale Ivanhoe, né en 1952, était porteur de l'anomalie. La très grande diffusion de ce taureau qui contribue aujourd'hui à plus de 10 % des gènes Holstein dans le monde, et de certains de ses descendants (Bell, Secret...) explique que l'anomalie, qui était sans doute très rare, a vu sa fréquence augmenter récemment.

La fréquence de l'anomalie dans la population Holstein

Une analyse similaire des taureaux francais montre que la fréquence du gène porteur de la maladie, l'allèle BL, est négligeable chez les animaux nés avant 1987. Elle a subitement augmenté ensuite, pour culminer à 6 % chez les veaux nés en 1992, à la suite de l'utilisation intensive de taureaux, qui se sont révélés porteurs. Ainsi, en 1991, 20 % des inséminations artificielles ont été réalisées avec de la semence de taureau porteur. La fréquence est actuellement stabilisée autour de 5 %, et devrait décroître progressivement à partir de 1997, avec le programme d'éradication actuellement appliqué par les centres d'insémination artificielle. Une fréquence de 5 % signifie que si les accouplements sont réalisés au hasard (ce qui n'est pas le cas), environ 0,25 % des animaux nés sont homozygotes BL BL et 10 % des animaux sont hétérozygotes porteurs BL TL.

L'effet de l'anomalie

Une étude réalisée en étroite collaboration entre l'INRA, l'OGER, l'Institut de l'Élevage et l'École Vétérinaire de Nantes, a permis un suivi précis et prolongé de 359 veaux issus d'accouplements à risque, c'est-à-dire nés d'un père porteur et d'une mère elle-même issue d'un taureau porteur. Dans ce cas, le veau né a un risque de 12,5 % d'être homozygote BL BL, de 50 % d'être hétérozygote, et seulement 37,5 % d'être homozygote normal TL TL. Cette étude a montré que :

- la survie prénatale n'est pas affectée par le génotype puisque les proportions espérées sont effectivement observées ;
- les hétérozygotes ne peuvent pas être distingués des normaux, ce qui signifie que l'anomalie est récessive ;
- tous les homozygotes BL BL sont rapidement atteints d'affections diverses, banales, graves et récidivantes, avec des diarrhées essentiellement le premier mois, des troubles respiratoires (pneumonies, bronchites...) surtout durant les trois premiers mois, des lésions buccales (ulcères, pertes de dents) et cutanées non purulentes, une absence chronique d'appétit et une croissance très faible (moins 40 % par rapport aux autres génotypes). Il en résulte une mortalité très élevée, de 20 % dès la première semaine d'âge, de 50 % après deux mois et de pratiquement 100 % après un an.

Le programme d'éradication

Un programme d'éradication très volontariste a été mis en place dès

Pour en savoir plus :
Biavati B., Sgorbati B. and Scardovi V. (1991). The genus *Bifidobacterium*, p. 817-833. *In* A. Balows, H. G. Trüper, M. Dworkin, W. Harder, and K. H. Schleifer (ed.), The Prokaryotes, Springer Verlag, New York.
Mangin I., Bourget N., Bouhnik Y., Bisetti N., Simonet J-M. and Decaris B. (1994). Identification of *Bifidobacterium* strains by rRNA gene restriction patterns. J. Appl. Environ. Microbiol., 60, 1451-1458.
Scardovi V. (1986). *Bifidobacterium*. *In* Bergey's Manual of Derivative Bacteriology, IXth edition, Williams and Wilkins co., Baltimore.
Tissier H. (1900). Recherche sur la flore intestinale des nourrissons (état normal et pathologique). Thèse de Médecine de l'université de Paris.



Coupe histologique de muqueuse de côlon de rat, montrant les cryptes et l'épithélium de surface. Les cellules colorées en brun sont les colonocytes absorbants ; la coloration bleue, violette ou rouge permet d'identifier les cellules à mucus.

À ceux qui partent en retraite...

Si vous désirez continuer à recevoir "l'INRA mensuel" après votre départ à la retraite, faites le nous savoir en indiquant à nouveau votre adresse même si celle-ci n'a pas changé.

INRA mensuel
DIC 147 rue de l'Université
75338 Paris Cedex 07
Tél. 42 75 91 76

TRAVAUX ET RECHERCHE

Pour en savoir plus :
Boichard D., Coquerau J.A., Amigues Y., Le Mezec P., 1994. Étude de l'anomalie BLAD chez les bovins Holstein. *Rencontres Recherches Ruminants, 1*, 257-260.

Ce texte est paru dans le dossier thématique INRA "Santé animale" du Salon de l'Agriculture 1995 et un condensé dans le JIR n°88 d'avril 1995.

1992. Il consiste à ne mettre en testage sur descendance que de jeunes taureaux non porteurs de l'anomalie. Pour cela, tous les jeunes taureaux achetés par les centres d'insémination sont typés et éliminés s'ils s'avèrent porteurs. Cette procédure doit permettre dès 1997 de ne mettre sur le marché que des taureaux indemnes de l'anomalie. Dès lors, comme les hétérozygotes sont de phénotype normal, plus aucun veau malade ne devrait être procréé, quels que soient les accouplements réalisés. D'ici là, les éleveurs Holstein utilisent des taureaux testés ou mis en testage sur descendance avant 1992, c'est-à-dire avant que le test génétique ne soit disponible. Compte tenu du coût du testage sur descendance et de la haute valeur génétique des taureaux commercialisés à l'issue de ce testage, il n'apparaît pas possible ni raisonnable d'éliminer d'éventuels taureaux déjà sélectionnés et porteurs de l'anomalie. L'information "porteur" (BL) ou "non porteur" (TL) est diffusée par l'Institut de l'Élevage et les centres d'insémination artificielle et doit être utilisée pour élaborer les plans d'accouplements.

Le BLAD est-il lié à d'autres caractères ?

Cette question est particulièrement importante pour la conduite future de la sélection. La fréquence du BLAD a augmenté au cours des dernières années. Deux explications peuvent être avancées :

- le BLAD est lié à des caractères dont la sélection a favorisé les individus porteurs et a fait augmenter la fréquence de l'anomalie. Cette situation pourrait être difficile à gérer dans le futur, car l'anomalie éradiquée tendrait à réapparaître. Éradication et sélection seraient deux efforts contradictoires à la rentabilité douteuse ;
- il n'est pas lié à des caractères sélectionnés et la fréquence de l'anomalie n'a augmenté que par dérive génétique, c'est-à-dire par hasard, du simple fait que parmi les quelques taureaux intensivement utilisés, il se trouvait une certaine proportion de porteurs. Auquel cas, l'éradication est une étape supplémentaire mais relativement simple d'un schéma de sélection dont l'efficacité est peu modifiée.

La comparaison de 539 taureaux d'insémination artificielle BL TL ou TL TL issus de quatre pères hétérozygotes BL TL n'a montré aucune différence entre les deux groupes sur 21 caractères relatifs à la production laitière, la morphologie ou la facilité de traite.

Contrairement à ce qui est parfois avancé, le BLAD n'est donc pas associé aux caractères sélectionnés et son augmentation de fréquence est entièrement attribuable à la dérive génétique.

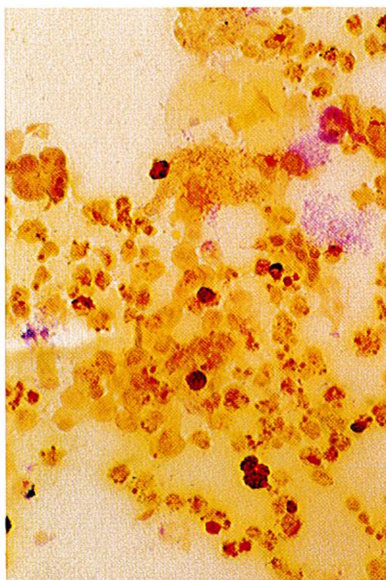
D. Boichard,
Génétique quantitative et appliquée,
Y. Amigues,
Labogena Jouy-en-Josas.

Mieux comprendre le fonctionnement des cellules de l'épithélium du côlon : le rôle du butyrate

Le tube digestif des mammifères comprend plusieurs compartiments morphologiquement et fonctionnellement bien distincts : l'intestin grêle assure l'hydrolyse et l'absorption des nutriments tels que hexoses, acides aminés et acides gras ; le gros intestin, site de réabsorption de l'eau et des électrolytes, abrite une flore microbienne qui remanie les résidus non digérés et produit des métabolites bactériens susceptibles d'agir localement ou après absorption. L'intestin lui-même n'est pas un tube "inerte", c'est un organe métaboliquement actif. Dans cette perspective, nous étudions plus particulièrement son métabolisme, notamment les particularités des cellules du côlon.

Les cellules de l'épithélium intestinal, qui se renouvellent rapidement, sont le lieu d'un métabolisme oxydatif et d'une synthèse protéique intenses, liés à leurs fonctions d'hydrolyse et de transport. La glutamine, le glucose et les corps cétoniques (produits de l'oxydation des acides gras dans le foie) sont les substrats énergétiques privilégiés des cellules de l'intestin grêle ou entérocytes. La glutamine et le glucose sont prélevés du côté de la lumière digestive, comme du côté du sang ; les corps cétoniques, eux, sont prélevés du côté sanguin.

Les colonocytes, cellules de l'épithélium du côlon, ont bien entendu accès aux mêmes substrats à leur pôle sanguin, mais sont exposés à des substrats différents du côté luminal. Parmi ceux-ci figurent les acides gras à courte chaine (AGCC) dérivant de la fermentation microbienne des glucides complexes, tels que les fibres alimentaires ou l'amidon non digéré dans l'intestin grêle : il s'agit de l'acétate (composé en C_2), du propionate (composé en C_3) et du butyrate (composé en C_4). Différentes expériences, *in vivo* et *in vitro*, ont montré que parmi ces AGCC, le butyrate était intensément utilisé par les colonocytes, à des fins principalement énergétiques, ceci constituant une adaptation du métabolisme énergétique de ces cellules à leur environnement nutritionnel. Un nombre croissant de travaux montre également que des pathologies de la



Photos : B. Darcy Vrillon

Suspension de colonocytes isolés. Les cellules colorées en brun sont les colonocytes absorbants ; la coloration bleue, violette ou rouge permet d'identifier les cellules à mucus.

muqueuse colique (colite ulcéreuse, certaines formes de colites de diversion) sont associées à un défaut de métabolisation du butyrate, par carence en substrat ou déficience dans la voie métabolique elle-même.

Deux types de questions se posent :

• pourquoi le butyrate est-il un substrat privilégié de l'épithélium colique ?

• son métabolisme peut-il être modulé par le niveau de production des AGCC dans le côlon ou par la présence d'autres métabolites bactériens ?

Si des résultats de la littérature ou de notre équipe permettaient de répondre à la première question [1], la deuxième question, en revanche, n'avait peu ou pas été abordée. Notre objectif a été de tester l'existence de telles modulations en nous plaçant expérimentalement dans des situations connues pour affecter la production des AGCC et des métabolites bactériens : variation du taux des fibres du régime alimentaire ou absence de microflore intestinale. Ces expériences ont été réalisées chez le porc ou le rat, en utilisant des préparations sélectives de colonocytes isolés. Dans les conditions de notre étude, ces cellules, une fois isolées de la muqueuse colique, présentent une viabilité satisfaisante pour des études métaboliques à court terme (30 à 60 mn d'incubation à 37°C).

Les résultats les plus marquants sont les suivants :

• la capacité des cellules coliques à oxyder les carbones du butyrate (production de CO_2) est élevée et semble peu modulable par le statut nutritionnel ou bactérien ou par la présence des autres nutriments (glucose, glutamine). Ces données confirment, dans les modèles choisis, le rôle privilégié du butyrate comme substrat énergétique des colonocytes. Elles montrent aussi que la capacité oxydative est constitutive, puisqu'elle subsiste même en l'absence de butyrate produit dans le côlon, comme c'est le cas chez l'animal sans flore ;

• un autre résultat, original, concerne une autre voie de métabolisation du butyrate conduisant à la production de corps cétoniques dans les colonocytes. En collaboration avec J.P. Pégorier (CNRS, Meudon), nous venons de démontrer en utilisant la technique de "Western blot" la présence dans les colonocytes de rat de la même protéine que celle qui contrôle la production de corps cétoniques dans le foie, la 3-hydroxy-3methyl glutaryl-CoA synthase (HMGCoA synthase) mitochondriale. De plus, nous avons trouvé une expression beaucoup plus faible du gène codant cette enzyme dans les colonocytes de rats dépourvus de flore, associée à une production réduite de corps cétoniques à partir du butyrate.

De ces résultats on peut conclure, d'une part que la voie de production de corps cétoniques dans l'épithélium colique est identique à celle trouvée dans le foie, et d'autre part, que la régulation du gène codant l'HMGCoA synthase met en jeu le statut bactérien des animaux. Bien que le butyrate soit connu pour intervenir dans l'expression génique de nombreux types cellulaires, son implication dans l'expression du gène de l'HMGCoA synthase des colonocytes reste à démontrer. Dans ce but, nous tenterons de réinduire l'expression de ce gène chez des rats axéniques de deux façons : soit en inoculant une flore susceptible de produire de manière privilégiée du butyrate, soit en administrant directement l'acide gras à courte chaine au niveau colique (collaboration avec O. Szylit et C. Andrieux, à l'unité d'Écologie et de Physiologie du Système digestif).

Béatrice Darcy-Vrillon,
Pierre-Henri Duee,
Écologie et Physiologie du Système digestif, Jouy-en-Josas ■

[1] L'utilisation de butyrate à elle seule assure environ 75 % de sa consommation d'oxygène, ce qui prouve que c'est un substrat essentiel.
Le butyrate est utilisé préférentiellement parmi les acides gras à courte chaîne.

Erratum

L'illustration de l'article de Michèle Ollivier-Bousquet "Les commutateurs biologiques" dans INRA mensuel n°83, d'août 95 page 3 a été mal recadrée et sa légende rendue incompréhensible. Nous la republions donc intégralement.

Cellule épithéliale mammaire = les vésicules de secrétion contiennent des micelles de caséine (flèche) ; les petites vésicules sont en voie de fusion (▾), la barre représente 0,1 micron.

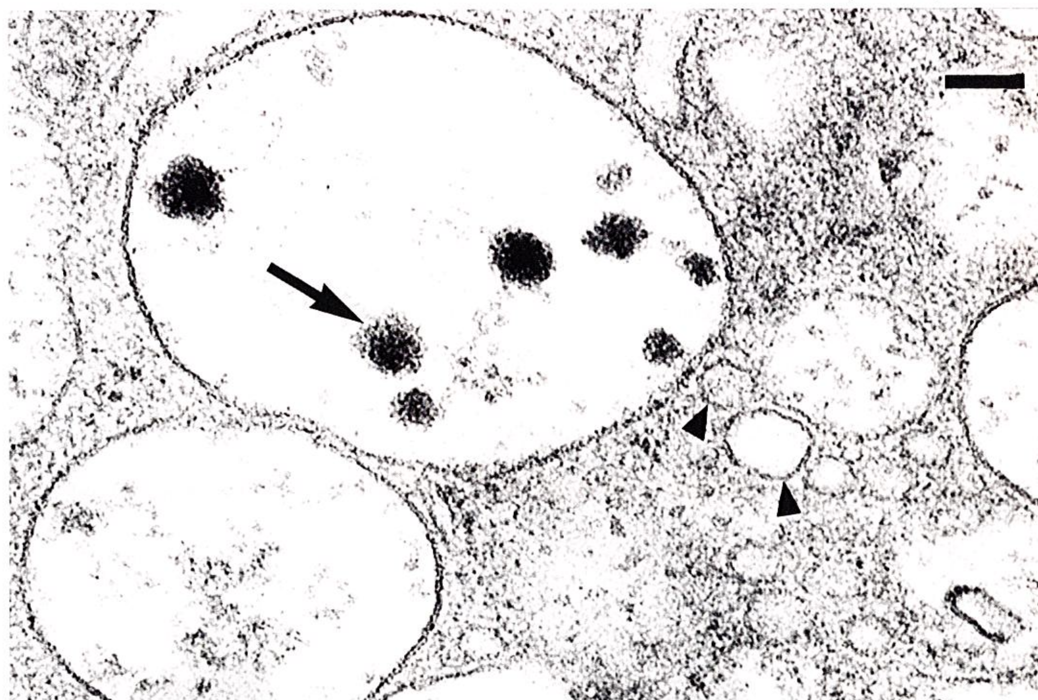


Photo : M. Ollivier-Bousquet

Animer, Diffuser, Promouvoir

Colloque
Compte-rendu

Utilisation des ressources fourragères par les ruminants en régions chaudes

Ce thème était celui d'une rencontre de trois jours (7-8-9 septembre 1995) tenue à Montpellier sous la forme d'un atelier du IVème Symposium International sur la Nutrition des Herbivores. L'organisation en était assurée par l'INRA, l'ENSA M. et le CIRAD. L'objectif était de faire le point des acquis de la recherche sur l'alimentation des ruminants à partir de ressources locales dans toutes les régions à caractère méditerranéen ou tropical du globe.
65 scientifiques provenant de 25 pays différents se sont donc retrouvés à Montpellier pour échanger leur expérience et leurs interrogations et pour débattre des orientations à donner aux recherches.
La première journée (7 septembre) a été consacrée à une tournée dans les environs de Montpellier et jusque sur le plateau du Larzac (organisée avec l'aide et la collaboration du Service Interdépartemental Montagne-Élevage Languedoc-Roussillon-SIME). Elle a permis d'aborder les questions concrètes et précises qui se posent aux éleveurs ovins utilisateurs de parcours : difficultés à équilibrer le régime des animaux, complexité des calendriers de pâturage, coût élevé d'aliments complémentaires nécessaires à la production d'agneaux conformes à la demande commerciale... L'utilisation de ressources fourragères ligneuses en garrigue a également fait l'objet de visites intéressantes.
Pour les deux autres journées, les congressistes se sont retrouvés au CIRAD.
Dans les régions concernées les ressources fourragères locales présentent des caractéristiques particulières concernant leur valeur alimentaire et l'évolution de leur composition chimique. Leur valorisation optimale nécessite des approches adaptées en tenant compte aussi de leur disponibilité dans l'espace et dans le temps.


Photo : Gilles Cattiau

Végétation du domaine de La Fage.

Ces questions ont été abordées sous la forme de quatre thèmes d'une demi-journée :
- la valeur nutritive des fourrages grossiers et les méthodes d'estimation ;
- la production fourragère des terres de parcours et l'estimation du régime ingéré par les ruminants (quantité et digestibilité) ;
- les méthodes d'amélioration de la valeur nutritive des fourrages lignocellulosiques et les conditions de leur intégration dans les systèmes d'alimentation ;
- les perspectives d'utilisation des fourrages grossiers en zones méditerranéennes et tropicales et les systèmes d'alimentation durables basés sur les ressources fourragères locales.

Chaque demi-journée comprenait des rapports principaux faisant le point de l'état des connaissances et des courtes communications ouvrant de nouvelles perspectives de recherches et de progrès. Ces dernières ont été présentées sous forme d'affiches devant lesquelles les congressistes ont pu avoir des échanges approfondies grâce aux larges plages de temps ménagées à cet effet.
Les techniques et recherches ayant pour objectif l'optimisation de l'utilisation des ressources fourragères locales ont été discutées dans une perspective de systèmes d'alimentation durables faisant le moins possible appel à des compléments d'origine extérieure. L'accent a été mis sur l'identification et l'analyse des facteurs socio-économiques susceptibles de limiter l'adoption de ces techniques au niveau de la pratique. Ce thème était celui de la table ronde qui clôturait ces rencontres.
Cet atelier du IVème SINH a été, de l'avis des participants, une réussite car la mise en commun des expériences méditerranéennes et tropicales a été très fructueuse. Les comptes-rendus seront publiés dans les prochains mois.
Le Conseil Régional Languedoc Roussillon a attribué une aide financière venant compléter les supports en provenance des institutions organisatrices.

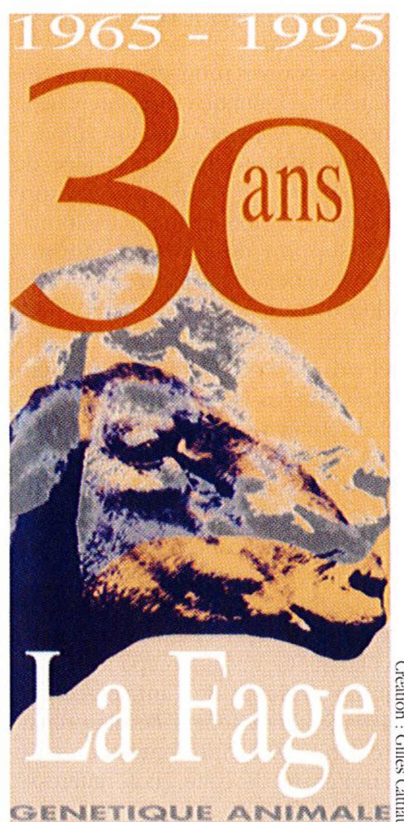
G. Molénat
INRA-UZM, Montpellier

Colloques
Organisés par l'INRA ou auxquels participent des intervenants INRA

POUR UNE ÉTHIQUE DU TRANSPORT ET DE L'ABATTAGE DES ANIMAUX DE BOUCHERIE, Paris, 24 octobre 1995.
Organisé par l'INRA et INTERBEV.
Thème : le transport et l'abattage des animaux de boucherie, destinés à la consommation humaine, posent plu-

sieurs problèmes d'ordre technologique, d'ordre économique et d'ordre éthique.
▼ Contact : INTERBEV, C. Galliat, 149 rue de Bercy, 75795 Paris cedex 12. Tél. 40 04 51 13.

NUTRITION ET ALIMENTATION DES BREBIS LAITIÈRES : RÉSULTATS RÉCENTS ET PERSPECTIVES, Saint-Affrique Rayon de Roquefort (12), 5-7 novembre 1995.



Création : Gilles Cattiau

Thème : présenter les résultats de recherche acquis de 1992 à 1995 par diverses équipes espagnoles, françaises et italiennes, sur la nutrition, l'alimentation et l'élevage des brebis laitières.
▼ Contact : Francis Barillet, station d'Amélioration génétique des animaux, Toulouse. Tél. 61 28 51 65.

CONSOMMATEURS ET INNOVATION ALIMENTAIRE, Paris, 14 novembre 1995. Colloque organisé par les ministères de la Recherche et de l'Agriculture et l'ANVIE.
Si l'innovation est un axe essentiel du développement des industries agroalimentaires, un petit nombre seulement des produits nouveaux rencontre le succès, alors que la majorité sont de véritables échecs.
Devant un tel constat, le programme "Aliment demain" a mobilisé industriels et chercheurs pour mieux appréhender les attentes du consommateur et optimiser les efforts d'innovation de l'industrie.
Ainsi, 62 études ont été cofinancées depuis 1990 par des entreprises alimentaires et les pouvoirs publics (commission consommateurs et marché) pour un montant total de 51 MF (33 MF de financement privé, 18 MF de financement public).
Pour la première fois, le 14 novembre 1995, les industriels de l'agroalimentaire pourront accéder aux résultats de ces études, rencontrer leurs auteurs et débattre avec des personnalités du secteur, notamment sur les questions suivantes :
• Comment intégrer la part de l'imaginaire du consommateur dans l'élaboration d'un nouveau produit ?
• Quel est le poids du marketing dans la perception sensorielle des produits ?
• Pourquoi certains produits nouveaux sont-ils des échecs, ou des succès ?
• Que signifie aujourd'hui le concept "Aliment-Santé" ?
▼ Contact : ANVIE (Association nationale de valorisation interdisciplinaire de la recherche en sciences de l'homme et de la société auprès des entreprises), 54 Boulevard Raspail, 75006 Paris. Tél. 49 54 21 16

LES MARDIS DU CNEVA, Maisons-Alfort, du 7 novembre au 19 décembre 1995.
Thèmes :
• 7 novembre : les pathologies partagées entre la faune sauvage et les espèces domestiques.
• 21 novembre : les animaux sentinelles de l'environnement non pollué.
• 28 novembre : *Listeria monocytogenese* et l'alimentation humaine.
• 5 décembre : contrôle et surveillance des radioisotopes dans l'alimentation.
• 19 décembre : nitrates, phosphores et environnement.
▼ Contact : Catherine Pinot, Sylvie Buy, CNEVA, 23 avenue du Général de Gaulle, 94701 Maisons-Alfort. Tél. 49 77 90 05.

GÉNÉTIQUE, BIOTECHNOLOGIE, ÉTHIQUE, Paris, 17-19 novembre 1995 avec notamment des interventions de chercheurs INRA sur les applications du génie génétique à l'agriculture et à l'agro-alimentaire.
▼ Contact : École de Médecine, 45 rue des Saints Pères, Paris. Tél. Claire Sabbagh DIC, 42 75 91 82.

DE LA PLANTE À LA GRAINE, Lyon, 5-8 décembre 1995.
Thèmes : contrôle hormonal, métabolique et génétique du développement ; applications aux domaines des semences et de l'agrochimie.
▼ Contact : ENS, 46 allée d'Italie, 69007 Lyon.

PHENOMÈNES SPATIAUX EN AGRICULTURE, La Rochelle, 6-8 décembre 1995.
Thème : thématiques et méthodologies de segmentation d'espaces et de modélisation spatio-temporelle.
▼ Contact : Nadine Lamaire, DI Paris. Tél. 42 75 93 56.

ÉCOLOGIE ET POLITIQUE, Paris, 12-13 décembre 1995. Journées organisées par Natures-Sciences-Sociétés.
Thèmes : l'écologie scientifique, existe-t-il une écologie politique ? écologie et expertise, écologie et ingénierie écologique, écologie et action, l'écologie et la politique aujourd'hui.
Avec la participation de chercheurs INRA (B. Hubert, P. Legrand) et extérieurs.
▼ Contact : Association "Natures-Sciences-Sociétés. Dialogues". Tél. 40 97 71 16.

RECHERCHE SUR LES RUMINANTS, Paris La Villette, 13-14 décembre 1995.
Thèmes : alimentation, génétique, reproduction, pathologie, environnement, économie, qualité des produits et actualité.
▼ Contact : J. Agabriel, Clermont-Theix. Tél. 73 62 41 07.

COLLOQUE INTERORGANISME SUR LE PORC, Paris, 21 décembre 1995.
Thèmes : modèle de pathologie vasculaire humaine, données anatomiques, physiologiques et techniques.
▼ Contact : Jeannine Codevelle, DSPA Paris. Tél. 42 75 92 27.

Colloques
Autres

INTERCHIMIE 95, Paris-Nord Villepinte, 4-7 décembre 1995. Organisé par la société de chimie industrielle.
Thèmes : 6 colloques sont prévus dans le cadre de cette manifestation.
• Génie des procédés en action : la science et la technologie pour les industries de procédés.
• Chimie fine : vers les bonnes pratiques de fabrication.
• Interface entre le transport des matières dangereuses et l'usine de produits chimiques.
• Analyse industrielle et industries de procédés.
• Lutte contre la corrosion dans l'industrie chimique et les industries de procédés.
• Effluents gazeux, odeurs, COV, NOx & OZONE.
▼ Contact : société de chimie industrielle, 28 rue Saint-Dominique 75007 Paris. Tél. 45 55 69 46.

GROUPE THÉMATIQUE DE RECHERCHE SUR LES VECTEURS, Angers, 7-8 décembre 1995.
▼ Contact : G.M. Barratt, URA CNRS 1218, Centre d'études pharmaceutiques, 5 rue J.B. Clément, 92296 Châtenay-Malabry cedex. Tél. 47 16 88 74.

ANIMER
DIFFUSER
PROMOUVOIR

Jeunes

Environnement : les lycéens du club biosciences INRA à Narbonne

Le Challenge Écologie Nature Environnement organisé par la région Languedoc-Roussillon et l'agence méditerranéenne de l'Environnement récompense des initiatives dans le domaine de la mise en valeur et la protection de l'environnement.
Les lauréats de chaque catégorie (agriculteurs, journalistes, étudiants, jeunes chercheurs) ont gagné un chèque de 20 000 F et la classe lauréate, qui est en fait un atelier scientifique composé de lycéens de seconde et de première pas toujours scientifiques..., un voyage de découverte de la nature en Crète.
Cet atelier dynamique animé par Guy Parmentier et Daniel Ripert professeurs de biologie et géologie (on dit maintenant Sciences de la Vie et de la Terre...) voit ainsi reconnue à nouveau sa valeur pédagogique. Il a été affilié à un club biosciences INRA en mai 1994 [1].
Cette récompense concerne plus précisément un projet de l'atelier "les déchets, une responsabilité partagée", création d'un jeu des 7 familles sur les thème de la valorisation des déchets.

[1] Voir les travaux du laboratoire des Biotechnologies de l'environnement à Narbonne dirigé par René Moletta. INRA mensuel n°82, p. 5-6.

Histoire d'un projet

Le programme de Sciences de la Vie et de la Terre, de la classe de seconde comprend une partie essentielle : "l'action de l'homme sur les milieux et interfaces fragiles de la planète Terre - les grands problèmes de l'environnement".
Durant l'année scolaire 1993-94, des élèves de seconde ont étudié un aspect majeur et très actuel de ces problèmes : le traitement et le recyclage des déchets. Après une première étape de découverte en classe où les principes généraux furent abordés, les élèves passèrent au concret en visitant des sites de traitement. Là, des professionnels complétèrent leur information.
En fait, des questions nouvelles apparurent à la suite de ce contact avec le terrain. Un noyau d'élèves motivés poursuivit la réflexion.
Les contingences de l'emploi du temps ne permettant pas un approfondissement de celle-ci dans le cadre du cours de biologie, ils constituèrent des groupes de travail qui se réunirent pendant leurs heures de liberté : ainsi fut constitué l'embryon de l'atelier scientifique.
Après une digestion laborieuse de la masse importante de données mises à leur disposition, les élèves prirent conscience de la gravité du problème des déchets : le développement économique générait des sous-produits de plus en plus abondants qui dégradaient peu à peu notre environnement. Cependant, des solutions existent, permettant une activité plus respectueuse de notre cadre de vie.
"L'environnement est l'affaire de tous", dit la maxime maintenant bien connue. Comment partager le fruit d'une réflexion et s'adresser au grand public pour le sensibiliser et le responsabiliser ? Il n'était pas question de faire un exposé scientifique mais plutôt d'éduquer, c'est-à-dire de participer à la formation de l'écocitoyen.
Après concertation, les élèves de l'atelier scientifique conclurent à la nécessité d'initier cette formation à l'école primaire. Ils eurent l'idée de construire un outil pédagogique simple, à la fois ludique et informatif, support de cette éducation à l'environnement. Ainsi naquit l'idée du jeu des sept familles.
Ce jeu devait être accessible aux élèves de l'école primaire. les critères d'accessibilité étant peu faciles à déterminer depuis le lycée, il sembla naturel d'associer les plus jeunes élèves au projet. La lourde tâche d'assimilation des connaissances étant réalisée par les lycéens, il fallait qu'elle se traduise par une synthèse dans le contenu informatif de la carte à jouer et un choix de ce contenu. Ce travail occupa les élèves jusqu'au début de l'année scolaire 1994-95. Entre temps, l'école primaire Émile Zola fut contactée et un enseignant de cette école intéressé par le projet.
Les écoliers participeraient à l'élaboration du jeu en dessinant les motifs de chacune des cartes ; leur réflexion enrichirait en retour celle des lycéens car elle permettrait une évaluation du message écrit de la carte quant à la lisibilité lexicale et à sa signification au niveau du cycle primaire.
Actuellement, les élèves de la classe de CM2 de l'école Émile Zola prennent connaissance des travaux réalisés par les lycéens. Ils sont très motivés par l'activité qu'on leur suggère. Les notions abordées sont nouvelles pour eux et demandent un support plus concret. Cela sera possible car leur enseignant projette de leur faire visiter la déchetterie de la ville de Narbonne.

Une délégation de lycéens s'est rendue parmi eux afin de répondre aux nombreuses interrogations sur le thème des déchets ; les grands sont repartis de l'école après avoir découvert un univers qui les a laissés rêveurs... D'autres rencontres sont prévues.
Il semble aussi évident que l'exploitation par l'enseignant de cette activité enrichit sa pédagogie dans beaucoup de matières. À terme, quand les motifs des cartes seront réalisés, ce jeu sera édité et mis à la disposition des élèves des écoles primaires de l'Académie de Montpellier, dont l'école Émile Zola qui n'a pas été oubliée dans la distribution des récompenses.

Voyage en Crète

Ce séjour en Crète du 10 au 17 avril 1995 fit découvrir l'île sous un aspect inhabituel, nouveau pour les lycéens. Loin des parcours touristiques, ils pratiquèrent le terrain comme de vrais naturalistes, à la recherche de l'*Ophrys cretica* et du vautour fauve, sous la conduite d'un guide confirmé.

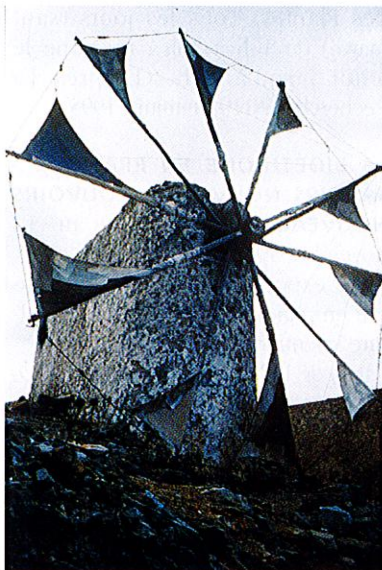


Photo : C. Madzak

Les milieux naturels encore intacts se succèdent rapidement depuis la côte jusqu'à des altitudes proches de 2.500 m ; mais le paysage le plus répandu est la "phrygana", formation voisine de la garrigue et très riche en orchidées et en reptiles.
L'homme pourtant marque profondément sa présence, non pas par une agriculture traditionnelle - orangeraies, oliveraies et troupeaux de chèvres - mais par une pollution urbaine exubérante de bruit, de gaz d'échappement et d'ordures ménagères mal gérées. Ces problèmes apparaissent comme des nuisances et ne sont pas des pollutions aigües ou insurmontables. Cependant, la vue des montagnes déforestées par l'incendie laisse craindre pour l'avenir de la nature crétoise, dont le respect fut un élément marquant de la civilisation minoenne (1600 ans avant J.C.) que les élèves ont abordée au palais de Cnossos.

Guy Parmentier et Daniel Ripert,
Professeurs de biologie et géologie au lycée Lacroix, Narbonne.

Manifestations

UNIVERSITÉ D'AUTOMNE "TERROIRS, TERRITOIRES, LIEUX D'INNOVATION", Thonon les bains, 2 au 5 octobre 95.
En 1994, l'INRA lançait une campagne de communication sur le thème "Terres, terroirs, territoires". Dans ce cadre, la direction de l'Information et de la Communication de l'INRA et la direction générale de l'Enseignement et de la Recherche du ministère chargé de l'agriculture se sont associées pour organiser une session de formation ouverte aux enseignants agricoles.
Cette toute première initiative s'insère parfaitement dans la politique que souhaite développer le ministère de l'agriculture : qualité des produits, valorisation des terroirs. Fondée sur l'interdisciplinarité, l'université d'automne a été largement ouverte sur les sciences humaines et sociales.
Le programme était structuré en trois parties : agriculture et espace rural hier et aujourd'hui ; valorisation des terroirs et aménagement du territoire ; les acteurs du développement.
Une quinzaine d'intervenants ont abordé des thèmes aussi divers que "la forêt, une composante de la gestion des territoires ruraux", "la qualité de l'eau, une gestion complexe", "la protection des produits de terroirs", "les ressources locales et les acteurs du développement"...
Les actes de cette session seront publiés à la fin de l'année.
▼ Contact : Claire Sabbagh, DIC. Tél. 42 75 91 82.

DES ARBRES POUR LA PAIX, Paris, 25-27 octobre 1995. Organisé par l'association "Les Enfants des Étoiles", 46 rue de la Clef, 75005 Paris. Tél. 47 07 88 00-78 00.
Lorsqu'un enfant vient au monde, il est d'usage dans certains pays de saluer sa naissance en plantant un arbre, lorsque l'on veut croire à un avenir, pour soi et pour les autres.
"Un ballon pour l'espoir" va permettre à chaque classe européenne ou israélienne qui souhaitera s'y associer, de parrainer un jeune arbre. Ces arbres seront plantés par les enfants palestiniens ; chaque classe palestinienne deviendra le tuteur de ces plants et prendra à son tour un engagement : celui de retourner une graine de cet arbre à la classe européenne ou israélienne pour qu'elle la plante.



Photo : Christian Slagmulder

Plants de cyprès.

L'INRA, notamment son département "Recherches forestières", a été consulté à propos de cette manifestation et a proposé des cyprès.
Cette espèce peut pousser en Palestine ; elle a l'avantage de fructifier très tôt en quelques années.
L'INRA a développé des variétés sélectionnées, notamment pour la résistance aux maladies et pourrait en faire bénéficier la Palestine.

Tableau "Remember" de José Gamarra, 1917 exposé au Muséum national d'histoire naturelle.


Photo : © L. Bessol - MNHN

[2] Les arbres : essences feuillues ou résineuses (sélection conduite avec l'INRA et l'ONF) ; chaque plant sera accompagné d'un petit livret portant un message de la classe qui le parraine.
Le nombre de plants : 1 000 arbres en containers individuels permettant une implantation aisée par un enfant - 800 en provenance d'Europe, 200 en provenance d'Israël.
L'âge et la taille d'un plant : 1 à 2 ans d'existence - 25 cm de hauteur.
Le montant de la participation symbolique par classe : 50 FF.

[3] Les essences d'arbres sélectionnées : cèdre du Liban, chêne rouvre de la futaie royale du Tronçais, arbre de Judée, tulipier de Virginie, gingko biloba ou "arbre aux 40 écus", érable, liquidambar d'Orient, *Acer palmatum* du Japon, préparés par l'INRA.
L'âge et la taille de chaque arbre : 3 à 4 ans, environ 2m.
Le commissaire priseur : maître Cornette de Saint-Cyr (78).
La vente en altitude : vol captif à 20m de hauteur, liaison avec la salle des ventes par micro H.F., en cas de mauvais temps la vente se déroulera à l'intérieur du palais de l'UNESCO.

[4] Cette exposition est le fruit d'une collaboration étroite entre plusieurs partenaires, dont notamment : le Muséum national d'histoire naturelle, le ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, l'Office national des Forêts, l'Agence nationale de création rurale, le ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Insertion professionnelle et les régions Bourgogne et Limousin.

Ces arbres [2] vont ainsi en grandissant de part et d'autre, matérialiser un lien et une oeuvre simple au profit de tous sans distinction.
À Paris, une manifestation se déroulera pendant l'ouverture de la Conférence Générale de l'UNESCO - inauguré par le Président de la République Française Jacques Chirac, en présence de 147 Ministres de l'éducation.
Sur l'idée de la flamme olympique qui part d'Athènes, des enfants "ambassadeurs de l'espoir" vont symboliquement remettre des messages et quelques arbres à la conférence, à bord d'une montgolfière qui sera gonflée devant la salle des conférences de l'UNESCO.
Cette action est associée à une vente aux enchères inédite : sept arbres uniques [3], chacun parrainés par une personnalité d'exception, seront vendus aux enchères. Ces "arbres pour la paix" seront signés par : la reine Sophie d'Espagne, Yasser Arafat, Catherine Deneuve, Léon Lederman, Barbara Hendricks, Shimon Perez, Rigoberta Menchu.
Le commissaire priseur conduira les enchères à bord de la montgolfière en vol au-dessus de l'UNESCO.
La vente terminée, le "Ballon pour l'espoir" prendra son envol et emportera une traîne signée par les 147 Ministres de l'éducation dans le ciel d'Israël et de Palestine.

Yves Birot,
Recherches forestières.

PROMENADE À TRAVERS BOIS... ouverte depuis le 22 juin 1995 à la Grande galerie de l'évolution du Muséum national d'histoire naturelle, l'exposition "Forêts du monde, forêts des hommes" [4], destinée à un très large public, propose de croiser différents regards sur les forêts du monde.
Point de départ de l'exposition : une "clairière". Elle permet au visiteur d'accéder aux quatre forêts représentées : tropicale, sèche, tempérée, boréale.
Cette clairière est entourée d'un espace qui fait appel à l'imaginaire de la forêt et duquel surgissent des personnages mythiques, elfes, gnomes ou animaux. Bruissements de vent, cris d'animaux, sifflements d'oiseaux et contes de fées racontés, créent une ambiance sonore, quelque peu mystérieuse et sombre qui évoque bien l'atmosphère de la forêt et dans laquelle on a bien envie de se perdre un peu.
Ensuite le visiteur découvre une "forêt de totems" contenant, selon le thème représenté, des objets traditionnels, des outils, des exemples de collections d'herbier, des reconstitutions anciennes de végétaux en cire ou des tableaux, mais également des jeux interactifs et des films vidéo.
En poursuivant la promenade, on trouve aussi dans chaque forêt des informations précises sur ses richesses, ses données écologiques, sa gestion et son exploitation par l'homme.
Le tout est disposé et mis en valeur de façon à ce que la visite de l'exposition profite au plus grand nombre et même à un public très jeune, puisque beaucoup d'objets exposés ou de jeux installés se trouvent placés à hauteur de leurs yeux.
Muséum national d'histoire naturelle, Grande galerie de l'évolution. Jardin des Plantes. Tous les jours (sauf mardi) de 10h à 18h ; nocturne le jeudi jusqu'à 22h. (D'après La Recherche n°119, mai-juin 1995).

LA BIOÉTHIQUE EN PRATIQUE - SAVOIRS NOUVEAUX, POUVOIRS NOUVEAUX, Paris, jusqu'au 12 novembre 1995.
Cette exposition sera ensuite diffusée en région par les centres de culture scientifique et technique.
Palais de la Découverte, avenue F.D. Roosevelt, 75008 Paris. Ouvert du mardi au samedi de 9h30 à 18h, les dimanches de 10h à 19h. Tél. 40 74 81 73.

Audiovisuel

FESTIVAL INTERNATIONAL DU FILM SCIENTIFIQUE, Palaiseau, 15-22 novembre 1995. Organisé par la ville de Palaiseau avec la collaboration

du secrétariat d'État à la Recherche et du CNRS audiovisuel.
Mairie de Palaiseau, 91125 Palaiseau.
Tél. 60 14 22 22.

Éditer, Lire

"INRA Éditions propose, cette année encore, quelques ouvrages scientifiques, édités chez Nathan, comme idées de cadeaux de Noël, avec une **remise préférentielle de 25 %** pour le personnel INRA.

• **Inventaire de la faune de France**
Sous la direction d'Hervé Maurin, directeur du secrétariat de la faune et de la flore du Muséum national d'histoire naturelle.
Responsable de la rédaction : Marc Duquet.
Depuis plus de vingt ans, des milliers de correspondants du Muséum recensent, partout en France, les populations animales. Cet ouvrage monumental réunit l'ensemble des vertébrés sauvages - mammifères, oiseaux (y compris migrateurs), reptiles, amphibiens, poissons - ainsi que les grands groupes d'invertébrés qui vivent en France. Environ 1700 espèces, auxquelles l'ouvrage consacre un descriptif biologique complet, retraçant par l'intermédiaire de cartes, leur implantation sur le territoire.
Ouvrage coédité avec le Muséum national d'histoire naturelle. 1995, 416 pages, 22,5 x 28,5 cm, relié sous jaquette, 800 dessins couleurs, 500 cartes, graphiques, histogrammes. 395 F., soit **296,25 F tarif INRA.**

• **Inventaire des animaux domestiques en France,**
Alain Raveneau
Cet ouvrage de référence recense l'ensemble des animaux domestiques qui peuplent nos campagnes et nos villes, y compris les souches nouvelles et les croisements génétiques fructueux. Ainsi, sont inventoriées plus de 700 races d'élevage actuelles : chevaux, poneys, ânes, bovins, moutons, chèvres, porcs,

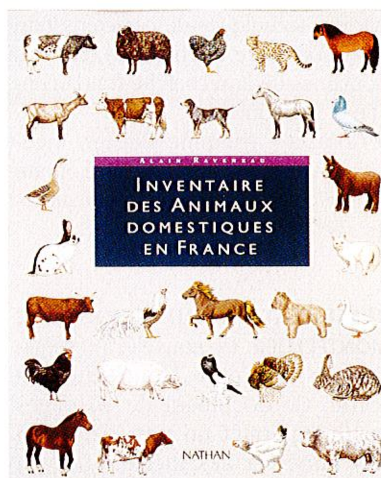


Photo : NATHAN

chiens, chats, lapins, volailles... L'arche de Noé de la faune domestique s'enrichit même de nouvelles espèces regroupées dans un chapitre spécifique : bison, lama, écrevisse, ... Pour chaque famille, l'ouvrage mentionne l'origine de la race et son évolution, décrit les caractères de l'animal et présente ses aptitudes et caractéristiques essentielles à l'élevage. Il pose également la question du devenir du patrimoine domestique français qui, depuis la fin du siècle dernier, ne cesse de diminuer.
Un paysage d'une étonnante diversité, un état complet du patrimoine animal. 1993, 360 pages, 22,5 x 28,5 cm, relié sous jaquette, 750 dessins, cartes et graphiques. 349 F., soit **261,75 F tarif INRA.**

• **Inventaire de la faune menacée en France**
Sous la direction d'Hervé Maurin, directeur du secrétariat de la faune et de la flore du Muséum national d'histoire naturelle.
Certaines espèces voient leurs populations régresser fortement, parfois jusqu'à un niveau critique de survie ou de disparition totale. Un statut national a été attribué à chaque espèce en fonction du degré de menaces qui pèsent sur elle : disparue, en danger, vulnérable, rare, indéterminée. À la fois pédagogique et encyclopédique, cet ouvrage recense et analyse les espèces, qui, en France, sont à surveiller, soit 173 vertébrés menacés (mammifères, oiseaux, amphibiens, reptiles, poissons) et 184 invertébrés protégés (insectes, mollusques, crustacés, echinodermes). Pour chaque espèce, sont mentionnés : son nom français usuel, suivi du nom scientifique et d'éléments de classification ; son statut de menace, sa distribution actuelle et son évolution historique ; l'état de ses populations ; les menaces qui pèsent sur elle ; les mesures de conservation mises en oeuvre ou préconisées ; les mesures de protection dont elle fait l'objet.
Ouvrage coédité avec le Muséum national d'histoire naturelle et le Fonds mondial pour la nature (WWF France). 1994, 176 pages, 22,5 x 28,5 cm, relié sous jaquette, 250 dessins en couleurs, 283 cartes, histogrammes, affiche 28 x 60 cm. 249 F., soit **186,75 F tarif INRA.**

• **Inventaire des plantes protégées en France**
Michel Baffray et Philippe Danton
Depuis l'année 1982 existe un arrêté ministériel donnant une liste d'environ 440 espèces de plantes sauvages protégées sur le territoire national. Pour les non botanistes, qu'il s'agisse du "Grand Public" ou des personnes qui sont en charge de faire appliquer et respecter les textes, cette liste est parfaitement rébarbative et ne donne des végétaux cités qu'une image plutôt négative et fort peu vivante.
Il manquait donc un outil illustratif, à la fois pratique, agréable et scientifiquement fiable, qui restitue aux textes leur première et évidente raison d'être : les plantes qui se cachent derrière les mots sont des êtres vivants, dignes d'intérêt et de respect, qui méritent pleinement l'attention qu'on leur porte et les mesures de protection prises pour les sauvegarder. Une nouvelle liste doit être publiée en 1995 au *Journal officiel*. C'est elle qui est la base de cet ouvrage, dont la vocation est donc d'être désormais le **livre de référence illustré** de la protection végétale.
À ce titre, il a reçu l'aide du ministère de l'Environnement et de la Fondation Yves Rocher. 1995, 296 pages, 22,5 x 28,5 cm, relié sous jaquette, 438 photos couleur, 438 dessins au trait, 438 cartes, affichette 28 x 60 cm. 295 F., soit **221,25 F tarif INRA** *jusqu'au 31 Décembre 1995* et 349 F, soit **261,75 F tarif INRA** *à partir de Janvier 1996.*

ANIMER
DIFFUSER
PROMOUVOIR

Un exemplaire spécimen de ces quatre ouvrages sera disponible en consultation auprès des responsables communication ou documentation de votre centre. N'hésitez pas à les contacter !

Afin que vous puissiez bénéficier de la gratuité des frais de port, vos commandes devront être groupées au sein de votre centre par l'intermédiaire du responsable communication-documentation qui se chargera ensuite de diffuser les ouvrages. **Ces commandes devront nous parvenir avant le 15 novembre pour pouvoir être servies avant Noël.**

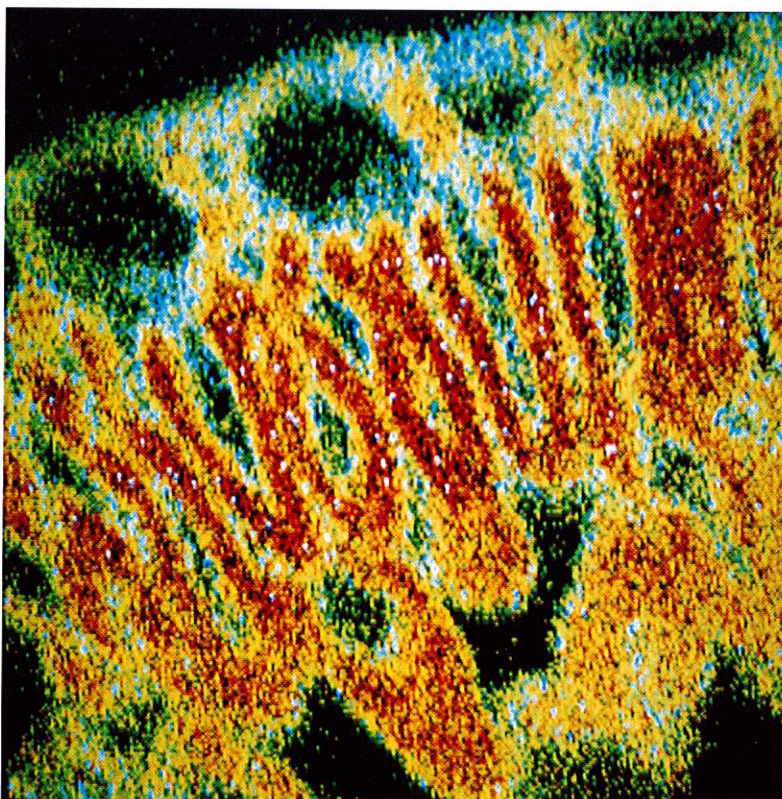


Photo : Alain Gojon

Distribution du rapport isotoptique 15N-14N dans une coupe transversale de feuille de soja.

Le paiement devra être effectué par chèque bancaire ou postal à l'ordre du **régisseur INRA Éditions**".

PRÉSENTATION DU CENTRE DE RENNES, le centre de Rennes vient de réaliser une plaquette de présentation de son service de microscopie électronique à balayage et microanalyse X, 4 pages.

À partir de quelques exemples d'applications, cette plaquette met en valeur toutes les possibilités offertes par ces techniques de caractérisation morphologique et chimique dans les domaines de la recherche fondamentale et appliquée.

▼ Contact : Jeannine Berrier, ingénieur responsable du service, unité de science du sol et de bioclimatologie. Tél. 99 28 52 31.

PRÉSENTATION DU CENTRE DE MONTPELLIER. La nouvelle présentation du centre de Montpellier est sortie. Ce document de 90 pages couleur permet un tour d'horizon des unités et des thématiques du centre. Y sont développés : les objectifs généraux et les problématiques des actions de recherche, les approches, les applications des travaux de recherche.

▼ Contact : Pascale Schéromm. Tél. 67 61 27 95.

CAHIERS D'ÉCONOMIE ET SOCIOLOGIE RURALES, INRA Éditions, n°34-35, 2e trimestre 1995. (L'abonnement de quatre numéros par an : 390 F). Au sommaire :

- l'analyse de causalité en économie agricole,
- la rémunération des travaux forestiers,
- fiscalité sur les successions et rentabilité forestière,
- les modèles d'entreprise : application au secteur laitier,
- pour une agriculture respectueuse de l'environnement,
- une fratrie ou deux fratries ?

INRA SCIENCES SOCIALES, INRA Éditions, n°3, juin 1995. (L'abonnement de six numéros par an : 140 F). Au sommaire : la productivité dans l'agriculture française varie beaucoup selon les produits.

LES DOSSIERS DE L'ENVIRONNEMENT,

■ **n°8,** 1994. Au sommaire : écosystèmes & changements globaux.

■ **n°9**, 1995, 220 pages, 150 F. Au sommaire : "jachères".

Déprise et terres retirées ou "jachères" ont été au sommaire du Courrier de la Cellule, puis du Courrier de l'Environnement, depuis 1988...

Quatre articles "d'époque" puis dix récents (1992 à 1994) repris tels quels (marqués par leur époque, ils mettent en perspective les réflexions essentielles), constituent la première partie de l'ouvrage qui se veut un gisement d'information sur un thème d'actualité.

Le coeur de ce dossier, et son originalité, ce sont les contributions nouvelles : une dizaine de papiers avec, en tête, celui de Jean-Claude Tirel, directeur des Politiques régionales de l'INRA qui, "Cinq ans après" a relu et commenté son article écrit pour Le Courrier en 1989.

Un exposé de synthèse sur la jachère en Afrique de l'Ouest et au Maghreb, fait le lien avec la troisième partie, une compilation d'articles significatifs relevés dans la presse (agricole, régionale, nationale...), sans aucun souci d'exhaustivité, donnés à lire ou simplement mentionnés.

Ferme ce dossier une liste des équipes-ressources de l'INRA.

PRODUCTIONS ANIMALES INRA, INRA Éditions, vol. 8, n°3, juillet 1995. (L'abonnement de cinq numéros par an : 390 F). Au sommaire :

• les protéines de pois,
• l'ovulation après tarissement chez la truie,
• croissance osseuse et PTHrP,
• valeur énergétique des aliments,
• métabolisme protéique chez le poulet en croissance,
• résultats des grands troupeaux charolais,
• perception de la qualité de l'oeuf.

CAHIERS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHES FRANCOPHONES AGRICULTURES, éditions John Libbey Eurotext, vol. 4, n°3, mai-juin 1995. (Abonnement : ATEI, 23-25 rue Fernand-Combette, 93100 Montreuil-sous-Bois. Tél. 48 59 58 11). Synthèse :
• récents progrès dans la lutte contre la sharka des arbres fruitiers à noyau,
• contraintes à la production de l'igname au Burkina Faso.

SÉCHERESSE. SCIENCE ET CHANGEMENTS PLANÉTAIRES, éditions John Libbey Eurotext, vol. 6. (Abonnement : ATEI, 23-25, rue Fernand-Combette, 93100 Montreuil-sous-Bois. Tél. 48 59 58 11).

■ **n°2,** septembre 1995. Synthèse : considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique.

■ **n°3** juin 1995. Synthèse : bilan critique du barrage vert en Algérie.

INSECTES : UN AUTRE MONDE PARMI NOUS, les cahiers de liaison de l'Office pour l'Information Éco-entomologique, revue trimestrielle éditée par l'OPIE, BP 9, 78283 Guyancourt cedex. Tél. 30 44 13 43, n° 97, 2ème trimestre 1995, 50F. (L'abonnement de quatre numéros : 185 F). Au sommaire : à chaque niveau des chaînes alimentaires, le peuple grouillant des insectes défie les hommes tout en stimulant leur curiosité.

POLYPHENOLS 94, 17TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON POLYPHENOLS, Palma de Mallorca (Spain), May 23-27, 1994, R. Brouillard, M. Jay, A. Scalbert, ed. INRA Éditions, coll. Les colloques, n°69, 1995, 488 p., 230 F.
"Polyphenols 94" présente ainsi les résultats de recherche les plus récents, à travers 12 articles de synthèse relatifs à la spectroscopie RMN, la complexation moléculaire, la biosynthèse et les cytochromes P450, la biologie moléculaire des flavonol sulfotransférases, les sidérophores, les enzymes dégradant les lignines, les polyphénols à activités pharmacologiques des médecines traditionnelles, les nouvelles méthodes d'identification des polyphénols bioactifs, les techniques de séparation par électrophorèse capillaire.

VALORISATIONS NON-ALIMENTAIRES DES GRANDES PRODUCTIONS AGRICOLES, Nantes, 18-19 mai 1994, J. Guéguen, éd. INRA Éditions, coll. Les colloques, n°71, 1995, 341 p., 170 F.
Les récentes orientations de la Politique Agricole Commune vont dans le sens des perspectives de valorisations non-alimentaires des grandes productions agricoles. La pertinence des études menées dans le domaine repose sur trois arguments : disponibilité industrielle de molécules suffisamment purifiées, assimilables aux synthons de l'industrie chimique, demande sociale d'une industrie chimique plus respectueuse de l'environnement tant au niveau des procédés que des produits (biodégradabilité), nouveaux débouchés pour les produits agricoles.
Synthèse des principaux résultats acquis en France au cours des trois dernières années, cet ouvrage, structuré selon cinq thèmes principaux, est consacré à la valorisation des principaux constituants des grains et graines :
• approche économique des débouchés non-alimentaires des productions agricoles ;
• fractionnement des matières premières ;
• fonctionnarisation par procédés chimiques, physiques et enzymatiques (protéines, polysaccharides et lipides) ;
• valorisations non-alimentaires : biomatériaux, agents chelatants, molécules à activités biologiques ; caractérisation et modes d'obtention ;
• apports de la génétique et de la modélisation moléculaire.
Il souligne également l'importance de la lipochimie et de la sucrochimie comme secteurs potentiels de développement.

TECHNIQUES ET UTILISATIONS DES MARQUEURS MOLÉCULAIRES, Montpellier, 29-31 mars 1994, A. Bervillé, M. Tersac, ed. INRA Éditions, coll. Les colloques, n°72, 1995, 212 p., 187 F.
L'utilisation des marqueurs moléculaires est de plus en plus répandue en génétique animale et végétale pour les analyses de diversité, les constructions arborées - phénogrammes et phylogrammes - la cartographie génétique, le marquage de caractères et de gènes.
Cependant, les utilisateurs sont souvent perplexes devant le choix possible des marqueurs les mieux adaptés à une situation biologique et devant certaines méthodes d'analyse de données. En réponse aux difficultés couramment rencontrées, cet ouvrage donne des exemples concrets d'utilisation. Il décrit de nouvelles techniques (DGGE, champs pulsés, microsatellites, hybridation *in situ*) qui se sont développées à côté de la RFLP et des RAPD. Mais l'originalité du document réside également dans la multiplicité des modèles proposés.
Les voies d'approche pour déterminer l'organisation des génomes sont largement abordées par la cartographie génétique et la synténie, la cartographie physique et l'hybridation *in situ* en séquences répétées. Enfin, différentes études de marquage des QTL par cartographie, ou par analyse de populations contrastées, sont développées.

UTILISATION DES ISOTOPES STABLES POUR L'ÉTUDE DU FONCTIONNEMENT DES PLANTES, Paris, 16-17 décembre 1993, P. Maillard, R. Bonhomme, ed. INRA Éditions, coll. Les colloques, n°70, 1995, 360 p., 195 F.
Actes d'un colloque sur l'ensemble des utilisations possibles des isotopes stables (en particulier le carbone ^{13}C et l'azote ^{15}N) en recherche

agronomique végétale, cet ouvrage comporte trois parties :

- présentation des techniques et instruments de mesure, disponibles ou en développement ;
- utilisation du traçage isotopique naturel pour l'étude du fonctionnement hydrique et du métabolisme carboné en relation avec l'environnement ; l'accent est mis sur l'efficience d'utilisation de l'eau, l'évolution de la matière organique des sols et l'estimation de la fixation symbiotique ;
- marquage isotopique pour l'étude de la distribution du carbone, de l'azote et de l'eau entre compartiments dans le sol et/ou la plante.

FLORE DES CHAMPS CULTIVÉS, P. Jauzein, INRA Éditions, coll. Techniques et pratiques, 1995, 898 p., 380 F.

Cette flore constitue un outil exceptionnel, pratique et moderne, pour la détermination de plus de 1200 plantes herbacées présentes dans les champs cultivés. Elle couvre de façon exhaustive le territoire français mais peut très bien être utilisée depuis l'Europe du Nord jusqu'à la frange méditerranéenne de l'Afrique du Nord.

LA GRANDE TRANSFORMATION DE L'AGRICULTURE. LECTURES CONVENTIONNALISTES ET RÉGULATIONNISTES, G. Allaire, R. Boyer, coéd. INRA-Économica, 1995, 442 p., 275 F.

L'agriculture professionnelle, confortée par l'effort de modernisation des dernières décennies, a-t-elle vécu ? Est-il pertinent de considérer l'agriculture et le secteur des IAA comme des unités ou faut-il distinguer selon les logiques, les marchés et les techniques de production ? La diversité des modes d'organisation est-elle un phénomène contemporain ou l'observe-t-on en longue période ? Comment expliquer le passage d'une agriculture productiviste à une recherche de la différenciation par la qualité et le service ? Selon quelles procédures peuvent se diffuser des normes de qualité : réglementations publiques, procédures de certification ou effets de réputation et de marque ? Quelles politiques agricoles sont susceptibles de remplacer les dispositifs d'intervention des Trente Glorieuses ?

GUIDE POUR LA DESCRIPTION DES SOLS, D. Baize, B. Jabiol, INRA Éditions, coll. Techniques et pratiques, 1995, 375 p., 189 F.

Ce guide pratique passe en revue toutes les étapes de la description des sols depuis le choix des emplacements à observer et du matériel à utiliser jusqu'au stockage, au traitement et à la transmission des informations recueillies sur le terrain.

Choisir les sites à étudier, préparer la prospection et la notation, décrire l'environnement naturel et humain, sont les points envisagés dans la première partie. La description des solums, horizon par horizon, forme le corps de l'ouvrage. Pour chaque rubrique (texture, structure, couleurs, taches, éléments grossiers...) une réflexion conceptuelle et pratique est proposée.

La troisième partie insiste sur les interprétations des observations en termes de pédogenèse, enracinement, excès d'eau, réservoir en eau, désignation des sols, rattachement à un référentiel général...

ÉCOPHYSIOLOGIE DES CULTURES ASSOCIÉES EN MILIEU TROPICAL, H. Sinoquet, P. Cruz, ed. INRA Éditions, coll. Science update, 1995, 484 p., 195 F.

Cet ouvrage analyse les interactions entre plante et milieu, mises en jeu dans une culture associée. Il propose un cadre conceptuel fondé sur des principes écophysiologiques, dans le but d'améliorer la productivité et la durabilité de l'espace rural en zone tropicale.

L'association de cultures est considérée comme une pratique à but et options multiples. Le cadre d'analyse est basé ici sur les interactions végétation-milieu déterminantes pour la croissance des plantes et l'évolution de leur environnement :

- manipulation des facteurs climatiques et édaphiques ;
- partage des ressources (lumière, eau, minéraux) entre espèces associées ;
- réponses des plantes soumises aux conditions de milieu modifiées par l'association ;
- intégration des mécanismes au sein de méthodes d'analyse de croissance et modèles de simulation.

AGRO-ALIMENTAIRE : UNE ÉCONOMIE DE LA QUALITÉ, F. Nicolas, E. Valceschini, ed. coéd. INRA-Économica, 1995, 433 p., 195 F.

Pour des raisons d'hygiène et de santé, de goût et de nutrition, la question de la qualité est omniprésente dans le domaine de l'agro-alimentaire. Elle est pourtant en plein renouvellement, au point qu'on peut se demander si l'on n'entre pas aujourd'hui dans une économie de la qualité. D'un côté en effet, les marques et les appellations, le contrôle statistique et l'assurance-qualité, la normalisation et la certification modifient en profondeur la gestion de la qualité. De l'autre, les objectifs des politiques et des stratégies de qualité sont bouleversés par l'industrialisation de la chaîne alimentaire et la consommation de masse, la saturation des marchés et la crise agricole, la concurrence internationale et l'harmonisation européenne.

Quelles sont les conséquences de ces transformations sur les différents acteurs qui ont en charge la conception de la qualité, sa production, sa gestion et son administration ? Quelles sont les méthodes utilisées pour spécifier la qualité, la contrôler, la signaler, la garantir ?

PAYS, PAYSANS, PAYSAGES DANS LES VOSGES DU SUD, INRA Éditions, coll. Espaces ruraux, 2ème édition, ouvrage collectif, 1995, 196 p., 130 F.

Pays, paysans, paysages... : depuis le néolithique, les agriculteurs façonnent les paysages et le visage des pays.

Des agronomes s'attachent ici à la transformation des paysages. Du terroir à la parcelle, en passant par l'exploitation agricole, les différents niveaux d'organisation étudiés donnent à comprendre les relations entre paysages et pratiques agricoles.

Publié en 1977 à l'initiative et avec le soutien du ministère de la Culture et de l'Environnement, cet ouvrage est aujourd'hui réédité : il se situe en effet au cœur du débat sur les nouvelles politiques d'aménagement du territoire, débat qui ne concernait alors qu'un cercle restreint de spécialistes. ■

INRA Partenaire

Relations industrielles

Nouvelles du GIS AGRICE
pour la valorisation non alimentaire de la production agricole

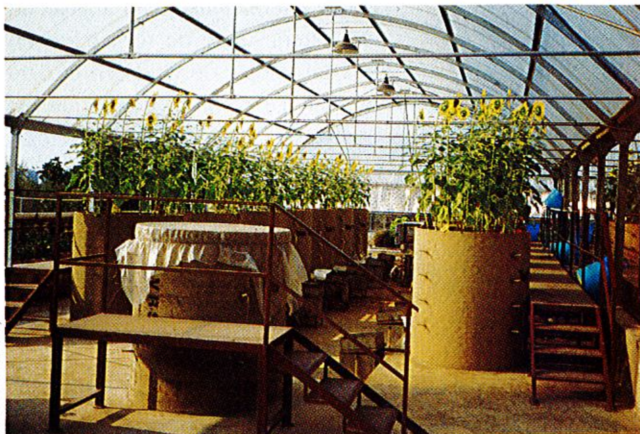
Le Groupement d'Intérêt Scientifique AGRICE (Agriculture pour la Chimie et l'Énergie) a été créé en 1994 [1]. Ce GIS rassemble des agences et instituts (INRA, Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Institut Français du Pétrole), des organisations professionnelles (oléagineux ONIDOL, céréales AGPB, betterave CGB), des entreprises (Rhône-Poulenc, Total) et des ministères (Agriculture, Industrie, Recherche, Environnement). L'INRA est représenté au Conseil de Groupement par J. Adda, directeur scientifique des Industries agro-alimentaires, et au Conseil Scientifique par J.C. Sourie (Économie et sociologie rurales, Grignon).
En 1994, AGRICE a lancé un appel à propositions sur quatre thèmes : plantes lipidiques (ester/huile) ; plantes glucidiques (éthanol/ETBE) ; plantes lignocellulosiques (biocombustibles) ; biomatériaux et biomolécules. Treize projets ont été retenus pour cofinancement. Par ailleurs, les membres fondateurs d'AGRICE et quelques autres institutions ont présenté directement vingt-cinq autres projets, retenus après évaluation et discussion collégiales. C'est le cas des projets de l'INRA élaborés dans le cadre de l'AIP "NOVAGRI". Le coût total des projets retenus est estimé à plus de 78 millions de F. Les membres d'AGRICE y contribuent pour près de 37 MF, (dont 18,6 provenant de l'ADEME et du ministère de l'Agriculture), 7,6 des organisations professionnelles et des entreprises et 2,27 (hors salaire des chercheurs) de l'INRA.
En 1995, l'activité d'AGRICE se poursuit dans les mêmes directions, avec vingt-cinq nouveaux projets cofinancés. L'effort porte notamment sur la valorisation des molécules d'origine agricole en chimie et sur l'évaluation socio-économique et environnementale des filières de valorisation de la biomasse. La contribution de l'ADEME et du ministère de l'Agriculture s'élève à 18 millions de F. ; les autres membres d'AGRICE (dont l'INRA) doivent apporter environ 20 millions de F. au titre du budget 1995.
Un nouvel appel à propositions aura lieu fin octobre 1995 pour financement au titre de l'année 1996.
La participation à AGRICE est un atout pour l'INRA : elle lui permet de bénéficier, pour ses activités dans le domaine de la valorisation non alimentaire, de possibilités élargies en ce qui concerne le soutien financier et les collaborations scientifiques et techniques.

Création d'un club "Acides gras et système nerveux"

Le club "Acides gras et système nerveux" fait part de sa création. Son objectif est de réunir des chercheurs, des cliniciens et des industriels qui s'intéressent au rôle des acides gras, en particulier polyinsaturés, dans le fonctionnement normal ou pathologique du système nerveux central ou périphérique.
Le bureau est ainsi constitué : G. Durand (président), Nutrition et sécurité alimentaire, Jouy-en-Josas ; N. Sarda (secrétaire), Physiologie de l'environnement, Faculté de médecine Grange-Blanche, Lyon, tél. 78 77 70 78 ; J.M. Alessandri, INRA Jouy-en-Josas ; J.M. Bourre, INSERM U26, Paris ; S. Chalon, INSERM U316, Tours ; Ch. Couet, Faculté de médecine, Tours ; A. Gharib, Faculté de médecine, Lyon ; Ph. Guesnet, INRA Jouy-en-Josas.
▼ Contact : G. Durand, Nutrition et sécurité alimentaire, Jouy-en-Josas. Tél. 34 65 23 20.

Relations internationales

La gestion de l'eau en climat méditerranéen
Un projet de coopération internationale


Photo : N. Katerji

Ce projet original de coopération internationale sur la gestion de l'eau en climat méditerranéen rassemble autour d'un **projet fédérateur**, les compétences de chercheurs appartenant à l'INRA, à l'Université de Wageningen, à l'IAM-B/CIHEAM (Institut Agronomique Méditerranéen de Bari/Centre International des Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes) et à l'ISA (Istituto Spérimentale Agronomico de Bari) dans le cadre d'une **équipe pluridisciplinaire** incluant des spécialistes en agronomie, biométrie, bioclimatologie, microméteorologie et science du sol. Le projet comporte également un volet **enseignement** puisqu'il prévoit d'accueillir chaque année 4 à 5 thésards appartenant à des pays du sud de la méditerranée, dans le cadre de la préparation des thèses de Master et de Doctorat en irrigation.
L'équipe constituée exprime une réelle communauté de recherche qui repose sur une unité d'objectifs, la volonté d'oeuvrer ensemble, une mise en commun des moyens (les dispositifs expérimentaux de l'ISA et de l'IAM à Bari seront mis à la dispo-

[1] Voir INRA mensuel n°78, septembre 1994, page 15.

sition de ce projet), une complémentarité des approches et une expérience de plusieurs années dans la réalisation des études communes. Il est prévu enfin d'élargir progressivement l'équipe actuelle pour accueillir des chercheurs appartenant à différents pays du nord et du sud de la méditerranée.

Le projet est doté d'un **comité scientifique international**, d'un animateur, (N. Katerji, unité de recherches en bioclimatologie de Grignon) et d'un budget. Le comité scientifique est composé de spécialistes français (B. Saugier et Cl. Chevery), italiens (L. Cavazza et N. Zerbi), marocain (R. Choukralah), égyptien (S.A. Dayem) et libanais (M. Hamzé). Ce comité est chargé d'analyser et d'avaliser les orientations du programme. Celles-ci sont prévues pour 4 ans (1995-1999) renouvelables et, à cette échéance, soumis à une évaluation par un comité scientifique élargi. La première réunion de ce comité a eu lieu à Bari en mars 1995, en présence de B. Chevassus-Au-Louis, directeur général de l'INRA et J. Mamy, directeur scientifique du secteur EPA de l'INRA.


Jardin Imperia Villa Crok (Italie).

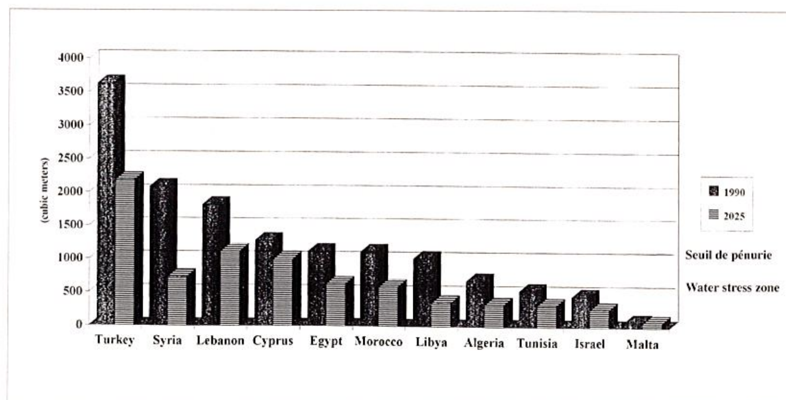
Photo : Tourisme Italien

Le programme de recherche

La situation actuelle de l'agriculture méditerranéenne a fait l'objet d'une description détaillée [1]. Rappelons simplement ici l'essentiel : la production agricole est limitée par une faible pluviosité, de faibles ressources hydriques (cf. figure) et des teneurs élevées en sels solubles dans les sols et les eaux. L'évolution démographique (2 à 2,5 % / an) tend à développer une consommation à laquelle le développement agricole ne pourra subvenir. Dans la course entre la consommation et la production, cette dernière subit un lourd handicap.

Le développement des surfaces irriguées constitue aujourd'hui une préoccupation prioritaire des pouvoirs publics. Si on met à part quelques travaux pharaoniques pour la recherche de nouvelles ressources (les acqueducs construits par la Lybie pour conduire l'eau des nappes fossiles du désert vers la côte), la gestion raisonnée de l'eau et l'utilisation des eaux marginales (eaux salées, eaux de drainage, eaux recyclées, eaux dessalées) constituent les principales pistes pour relever ce défi.

[1] Dans un numéro précédent de l'INRA mensuel (cf l'article de M. Larbier dans le n°79).



Disponibilité en eau fraîche exprimée en m³ d'eau par habitant dans les pays du Sud de la Méditerranée. (Source : population action international, 1993).

Le programme de recherche englobe 4 axes :

- **L'étude de l'influence de la salinité sur le milieu et sur le fonctionnement des plantes**

Si l'utilisation des eaux salines pour augmenter les surfaces irriguées semble aujourd'hui inévitable, il convient toutefois d'en analyser les conséquences sur l'environnement et la production des plantes.

Cette étude englobe deux volets :

1-les effets à long terme de l'utilisation de l'eau saline : sur les bilans hydriques, salins et azotés ; sur la composition minérale du sol ; sur les propriétés physiques du sol ;

2- l'influence du niveau de la salinité du sol sur l'état hydrique, la croissance et le rendement des cultures. L'approche envisagée est mécaniste, elle repose sur une analyse fine de l'impact d'une contrainte hydrique d'origine saline sur le fonctionnement et la production des plantes susceptible par la suite de déboucher sur un projet de modélisation.
Sont en particulier privilégiés les thèmes suivants :
• l'influence du niveau de salinité dans le lit de semence sur la germination et la mise en place de la surface foliaire et du systhème racinaire,
• le fonctionnement hydrique des plantes en milieu salin : réponse et adaptation,
• l'effet de la salinité sur la croissance, le développement et la mise en place des organes reproducteurs,
• l'aptitude des espèces cultivées normalement autour du bassin à produire en milieu salin,
• l'efficience de l'utilisation de l'eau saline par les espèces étudiées,
• le test de certaines méthodes d'aménagement (alternance eaux saline et douce) en milieu naturel sur la production des cultures.

• L'étude des évapotranspirations (consommations en eau) des cultures en conditions hydriques limitantes
L'accent sera mis sur la comparaison des différentes stratégies de détermination des évapotranspirations des cultures afin d'analyser les conséquences de leur utilisation dans les conditions particulières du climat méditerranéen.
Sont prévus dans ce cadre les volets de recherche suivants :
• développer et tester des modèles d'évaluation de l'évapotranspiration réelle en situation hydrique limitante à partir d'une approche mécaniste basée sur une détermination des régulations internes de la plante,
• caler puis tester localement les modèles élaborés,
• valider la démarche dans le cadre des études multilocales,
• proposer des évaluations simples de l'évapotranspiration réelle à partir d'une dégradation des modèles précédents,
• valider les méthodes de calcul des besoins des cultures de référence proposées récemment par la FAO.

• La gestion de la production
L'objectif ici est d'analyser d'abord la réaction des plantes à la sécheresse afin de définir les conditions de rentabilisation maximale des apports d'eau selon la consommation et la sensibilité du stade phénologique de la plante.
Parmi les axes de recherche en cours :
• développer une méthodologie pour étudier en milieu naturel la sensibilité des stades phénologiques à la contrainte hydrique,
• analyser la sensibilité des stades phénologiques sous l'angle : de la répartition de la matière sèche entre organes et de l'efficience de l'eau,
• valider des méthodes d'aménagement qui permettent une optimisation des apports d'eau dans le cas d'un volume limité (ex. irrigation de complément, irrigation à partir d'un seuil de stress hydrique dans la plante).

• Le développement des outils d'évaluation globale
Les données recueillies dans le cadre d'un projet constituent un jeu de données particulièrement intéressant qui serviront comme base pour :
• tester des méthodes d'analyse globale mettant en relation des critères élémentaires isotopiques et l'efficacité de l'utilisation de l'eau d'une espèce ou d'une variété donnée,
• utiliser et développer des modèles pour évaluer l'impact des contraintes hydriques d'origines diverses (saline, limitation des ressources hydriques) sur la production finale et sa qualité. Ces modèles, qui constituent une approche intégrée du fonctionnement de la plante, permettent également de faire des simulations prenant en compte les différents types de contrainte.

Pour conclure
Un projet de recherche ambitieux parce qu'il couvre des volets de recherche, formation et développement doit prendre en compte les contextes politiques et scientifiques d'une telle recherche. Les principaux enjeux sont les suivants :
• il permet à l'INRA de concrétiser sa politique de coopération dans un champ géopolitiquement prioritaire pour l'institut, le bassin méditerranéen,
• la thématique scientifique du projet s'inscrit dans la politique du secteur Environnement Physique et Agronomie de privilégier les actions de recherche relatives aux problèmes de gestion de l'eau et de protection de l'environnement,
• le projet comporte des liens privilégiés avec les différents départements de recherche du secteur EPA : il permet en particulier de poursuivre des recherches sur le fonctionnement des cultures en condition de contrainte hydrique, qui ne peuvent être développées en France faute de conditions climatiques adéquates et qui sont aujourd'hui indispensables pour développer cette thématique.

Nader Katerji,
Bioclimatologie, Grignon.

Union Européenne : quatrième programme-cadre de recherche et de développement
Pour la reconnaissance moléculaire

Alors que l'on pense déjà à soumettre les premiers projets dans le cadre du "Quatrième programme cadre de recherche et de développement" de l'Union européenne, ceux

INRA PARTENAIRE

issus du Plan précédent continuent à se mettre en place. Le groupe "Ingénierie moléculaire" est impliqué dans deux réseaux de laboratoires du programme "Capital Humain et Mobilité".

Le thème du premier réseau s'intitule "Études systématiques des phénomènes de reconnaissance moléculaire. Chimie structurale de la liaison hydrogène et autres interactions non-liées". Pour une durée de trente mois, les sept groupes (allemand, anglais, espagnol, italien, néerlandais et deux français) constituant le réseau collaboreront pour apporter des réponses selon quatre axes précis :

• développement des modèles physico-mathématiques ;

• optimisation de l'utilisation des banques de données de structures cristallographiques ;

• prédiction des arrangements cristallins ;

• application à différents exemples relevant de la chimie et de la biologie structurales.

La contribution du groupe "Ingénierie moléculaire" portera sur le développement d'outils et leurs applications dans le domaine des structures de glucides et des interactions glucides-protéines.

Un système de réseaux

Le deuxième réseau de laboratoires s'intitule CARENET. C'est un réseau de recherches ayant pour objet d'intégrer l'ensemble des études qui, de la synthèse organique ou chimio-enzymatique à la caractérisation structurale et dynamique, permet la compréhension des phénomènes de reconnaissance moléculaire impliquant des molécules et macromolécules glucidiques. La première phase du programme est d'une durée de 24 mois. La composition du réseau est trans-européenne (danois, espagnol, italien, néerlandais, suédois, français, allemand), et de nature multidisciplinaire. Dans ce cadre, le groupe "Ingénierie moléculaire" a pour mission de coordonner les développements et les applications relevant de la chimie computationnelle dans le domaine de la glycobiologie structurale.

Selon les principes du programme "Capital Humain et Mobilité", sont affectés à ces programmes des chercheurs post-doctoraux, originaires de pays appartenant à la communauté européenne, mais n'appartenant pas au pays hôte. Les Drs. Miles Lakin et Milou Kouwijzer, respectivement de nationalité britannique et néerlandaise, sont les chercheurs post-doctoraux qui ont décidé de vivre ces aventures européennes. À suivre pour le quatrième plan... (D'après "Bouillonnantes" n°42, juillet-août 1995).

Serge Pérez,
Ingénierie moléculaire,
Technologie des Glucides
et des Protéines, Nantes.

Régions

Réseau d'analyse sensorielle du Languedoc-Roussillon

L'analyse sensorielle est une méthode scientifique d'évaluation par des dégustateurs des qualités organoleptiques d'un produit alimentaire: aspect, couleur, saveur, odeur, texture... [1].

L'analyse sensorielle permet :

• de positionner un produit alimentaire par rapport à la concurrence,

• de contrôler les matières premières et les produits en cours de fabrication,

• d'adapter un produit à l'évolution des habitudes alimentaires,

• d'évaluer l'accueil réservé par le consommateur à un nouveau produit alimentaire,

• d'étudier l'incidence de la mise en oeuvre d'une nouvelle matière première ou d'une nouvelle technologie sur le produit fini,

• de contrôler et suivre l'évolution d'un produit au cours du temps...

Plusieurs laboratoires d'évaluation sensorielle se sont associés pour constituer le Réseau d'analyse sensorielle du Languedoc-Roussillon. Il s'agit du CIRAD/CP, d'EUROTECH, de l'INRA, du LASIA, de SERISUD et de TRIAL.

Pourquoi un réseau ?

• Pour assurer à l'industrie agro-alimentaire une prestation fiable et performante.

• Pour proposer une diversité de jurys spécialisés (experts, enfants...).

• Pour associer l'ensemble des jurys lors d'études consommateurs (jury "méditerranéen"...).

La pratique de l'analyse sensorielle nécessite la mise en oeuvre de moyens conséquents et de méthodes éprouvées :

• jurys de dégustateurs sélectionnés et entrainés,

• panels de consommateurs,

• personnel qualifié maîtrisant techniques de dégustation et analyses statistiques,

• laboratoire aux normes avec salle de préparation, cabines individuelles de dégustation, système de traitement des résultats...

L'INRA de Pech-Rouge assure le pilotage scientifique et technique de ce Réseau des laboratoires d'analyse sensorielle.

Le Critt TRIAL réalise la Veille Technologique pour les laboratoires.

ULISI [2], système de saisie et de traitements statistiques des fiches de dégustation, est commun à tous les membres du Réseau.

Des tests inter-laboratoires contrôlent régulièrement la fiabilité des jurys de dégustation.

▼ Contact INRA : Alain Samson et Bernard Saint Pierre, Pech-Rouge 11400 Gruissan. Tél. 68 49 44 00. ■

[1] Cf. "Mieux comprendre le goût des aliments. Que peut-on attendre de l'analyse sensorielle ?", INRA mensuel n°68, p. 31-38.

[2] ULISI, mis au point par l'INRA, permet la saisie automatique par scanner infra-rouge et le traitement en temps réel des données de dégustation.

Travailler à l'INRA



Les travaux et les jours au domaine expérimental de La Fage (cf. "Histoire et recherches" 30 ans de recherches au domaine de La Fage). Photos : Gilles Cattiau.

Une politique d'archivage à l'INRA

Nous avions évoqué dans de précédents "INRA mensuel" la mission d'exploration des archives de l'INRA confiée à Chantal Boucher puis la collaboration à ce travail de Denis Poupardin.
Depuis le 6 juin 1995 et pour une durée d'un an, **Chantal Boucher** est chargée de mission aux fins de coordonner les actions de mise en place sur les centres du réseau d'archivage.

Un plan "archives"

Dans ce cadre, la mission de concevoir les éléments techniques de la mise en place d'une politique d'archivage à l'INRA a été confiée à **Jean-Paul Castelli**, secrétaire général du centre de Nantes et conseiller juridique en région (Colmar, Dijon, Nantes).
À cette fin, il est chargé de :

- prendre les contacts nécessaires avec la Direction des Archives de France,
- concevoir les outils nécessaires à la réalisation de cette opération,
- définir les différentes phases et séquences de l'opération,
- proposer un plan de déploiement progressif du réseau.

Ce travail se fera en lien avec la direction de l'Information et de la Communication.
La première étape de cette mission se concrétise par :

- un projet de guide de l'archivage,
- un projet de tableau général d'archivage [1].

Après un rapport d'étape, à l'issue de cette première phase, la mise en oeuvre concrète de ce "plan archives", à laquelle J. P. Castelli sera étroitement associé, sera coordonnée par Chantal Boucher, en raison de sa très bonne connaissance des centres et des interlocuteurs qui devront être sollicités. **Michel Sarrazin** sera également appelé à participer à cette opération.

Histoire de l'INRA : des témoignages oraux

Dans le même souci et plus particulièrement dans le cadre des 50 ans

[1] **Tableau général d'archivage concernant l'ensemble des structures de l'INRA.**
Ce tableau est destiné à fournir un cadre de travail aux services de l'INRA notamment pour la détermination des documents et dossiers éliminables.
Il traite sur le même plan documents et dossiers.
Les délais de conservation figurant sur ce tableau s'inspirent de ceux prévus par la législation et les pratiques.
Une conservation définitive dans un service d'archives publiques :
• Archives Nationales pour le siège,
• Archives Départementales pour les centres,
est proposée pour les documents et les dossiers qui permettront de reconstituer l'histoire de l'établissement, l'évolution des structures, de ses activités et de son patrimoine ainsi que pour ceux dont la valeur historique et scientifique, présente une portée générale, allant au delà du simple cadre des archives de l'INRA.
Ce tableau sera périodiquement mis à jour en fonction de l'évolution de l'organisation générale et des activités de l'établissement.

[2] Voir aussi à la rubrique "INRA Partenaire" le nouveau club "Acides gras et système nerveux".

de l'INRA, une autre mission a été confiée à **Denis Poupardin**.
La mission de recueillir les témoignages oraux des agents de l'INRA déjà partis à la retraite ou sur le point de cesser leur activité professionnelle a été confiée par Bernard Chevassus-Au-Louis à Denis Poupardin, Économie et sociologie rurales à Ivry. Confrontés aux autres sources d'information, ces témoignages oraux sont destinés à apporter de nouveaux matériaux à l'histoire de l'INRA et celle de ses diverses disciplines scientifiques.
L'exécution de cette mission doit aider à la préparation des manifestations prévues à l'occasion de son prochain cinquantenaire, mais va au-delà de cet horizon. Cette mission est placée sous la responsabilité de la direction de l'Information et la Communication.

Travail à temps partiel des fonctionnaires

Le dispositif relatif à l'organisation du temps de travail dans la Fonction Publique de l'État vient de faire l'objet d'aménagements, en application de l'accord salarial pour 1993-1995 signé le 9 novembre 1993.
Deux lois du 25 juillet 1994 (n°628 et 629), l'une relative à la famille, l'autre à l'organisation du temps de travail, ainsi que leurs décrets d'application du 7 février 1995 contiennent des mesures destinées à **faciliter l'accès au temps partiel**.
Les conditions d'octroi et d'exercice du travail à temps partiel sont en effet assouplies, l'objectif étant de faire du temps partiel un "mode normal d'exercice des fonctions".
Il conviendra donc, afin de répondre favorablement aux demandes de travail à temps partiel, d'examiner toutes les possibilités d'aménagement de l'organisation du service tout en assurant sa nécessaire continuité.
Par ailleurs, une circulaire du 22 mars 1995 émanant du ministère de la Fonction Publique précise le régime d'ensemble applicable au temps partiel. (Résumé de la NS DRH n°95-60, 17 juillet 1995). Se reporter au texte de la note de service pour les modalités d'application à l'INRA de cette nouvelle réglementation.

Structures [2]

Protéines : de Versailles à Jouy !

Le nouveau bâtiment des protéines à Jouy-en-Josas vient d'accueillir, venant de Versailles, le laboratoire d'étude des protéines dirigé par **Jean-Claude Pernollet** et composé d'une quinzaine de personnes.
Ses recherches portent sur les relations entre la structure de protéines d'intérêt agronomique et leur fonction biologique. Ceci implique la détermination des structures protéiques, c'est-à-dire la séquence des acides aminés, la structure spatiale de la protéine et ses changements de conformation ; cela nécessite aussi l'étude de leur maturation, c'est-à-dire des modifications qui surviennent après leur synthèse, comme des clivages protéolytiques, des additions de motifs glucidiques ou glycosylations, phosphorylations, ... toute modification qui peut conditionner leur activation.
La plupart des molécules étudiées sont des médiateurs protéiques ; ils véhiculent de l'information :
• entre les tissus d'un même organisme : ce sont par exemple les hormones et leurs récepteurs,
• entre des organismes différents : ce sont par exemple des protéines de liaison des phéromones et des odeurs perçues par les insectes ou des signaux moléculaires intervenant dans les relations entre les plantes et leurs agents pathogènes.
Il peut aussi s'agir de protéines induites par la sécheresse ou intervenant dans la croissance des cellules végétales.

Quelques illustrations sur les principaux secteurs

• Le laboratoire étudie les élicitines, toxines sécrétées par des champignons phytopathogènes du genre *Phytophthora* provoquant la réaction d'hypersensibilité (nécrose) et l'apparition de résistance aux microbes pathogènes : mise en relation entre structure, fonction, mode d'action, et biosynthèse de ces molécules connues pour activer les défenses naturelles des plantes. Grâce à la connaissance de la nature et de la position des acides aminés impliqués dans les activités biologiques des élicitines, on sait altérer les gènes par mutagenèse dirigée : l'objectif est d'obtenir des gènes "désarmés", c'est-à-dire codant pour des élicitines non toxiques mais cependant capables d'induire les défenses ; transférés à des plantes cultivées, ils pourraient leur conférer une meilleure résistance aux microbes. Des travaux parallèles sont poursuivis sur d'autres protéines élicitrices sécrétées par des bactéries du genre *Pseudomonas*. Ces recherches impliquent des méthodes et des moyens puissants pour analyser, purifier, marquer, identifier, caractériser..., notamment RMN (ICSN - CNRS Gif), microséquençage d'acides aminés, cristallographie aux rayons X (collaboration INRA Jouy)...
• Les protéines induites par un stress hydrique auraient un rôle d'inhibiteurs de protéase, conférant aux feuilles affaiblies par la sécheresse une protection contre les parasites. La purification, la caractérisation et la fonction de ces protéines ont été étudiées chez le colza (collaboration ISV-CNRS Gif).
• Des travaux ont porté sur des enzymes de pectines qui ont un rôle prépondérant dans la digestion de la

paroi pectocellulosique et qui sont notamment impliquées dans la croissance des cellules végétales (collaboration Institut Jacques Monod, INRA Nantes).

• La caractérisation biochimique de récepteurs recombinants d'hormones polypeptidiques (lutropine) est poursuivie en collaboration avec l'unité d'ingénierie des protéines de Jouy (BCM).

• L'étude des protéines antennaires assurant le transfert des phéromones et des substances odorantes chez les insectes jusqu'à leur récepteur neuronal (noctuelle et abeille) et la caractérisation biochimique de ce récepteur chez l'abeille sont développés en collaboration avec l'INRA Versailles pour la noctuelle et l'INRA-CNRS Bures pour l'abeille.

• Les données obtenues grâce au développement méthodologique de l'identification de protéines par microséquençage chimique permettent d'identifier des protéines séparées par électrophorèse en les confrontant aux banques informatiques, ou de générer des sondes d'oligonucléotides pour en isoler les gènes. Une application en est la contribution à l'étude des protéines impliquées dans la vigueur hybride chez le maïs (programme QTL) et à l'analyse du génome des plantes cultivées.

Cette équipe "Protéines" de Versailles a rejoint celle de J.-C. Gripon et la nouvelle unité formée s'appelle "Biochimie et structure des protéines". (D'après le JIR n°89 - mai 1995).

Récupération d'ADN de plantes transformées par un plasmide bactérien portant un gène de résistance à un antibiotique.

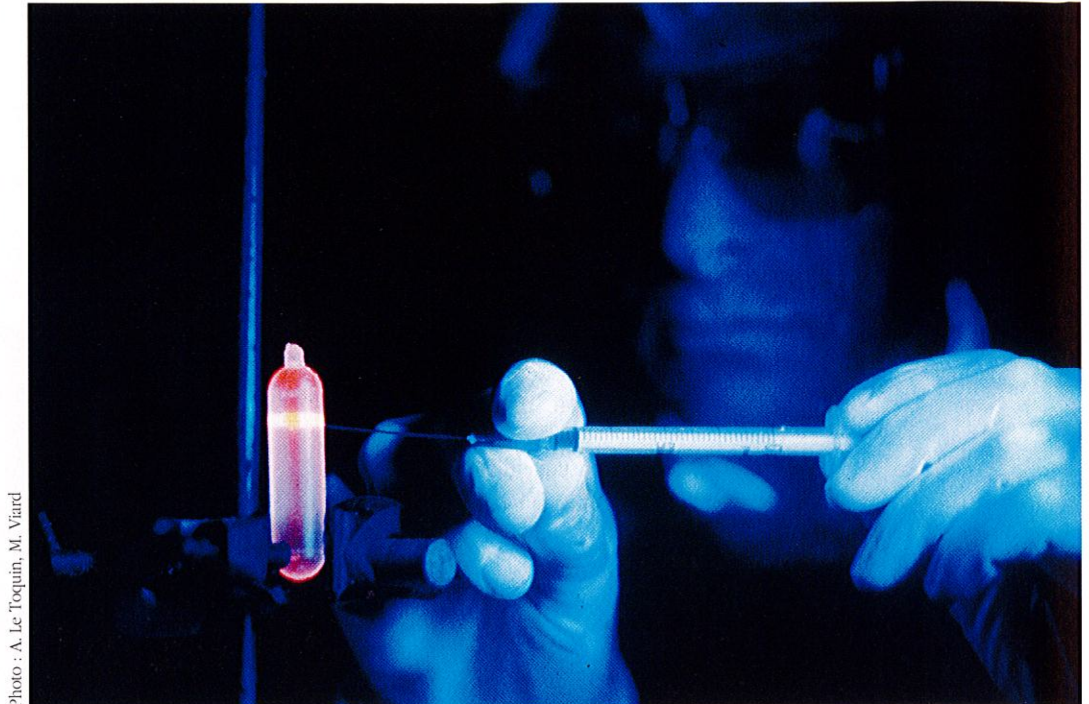


Photo : A. Le Toquin, M. Viard

Nominations

Région Basse-Normandie

Depuis le 3 avril 1995 et pour deux ans, **Jean Salette** est nommé délégué régional de l'INRA en remplacement de **Michel Vivier**.

Département NASA

Tristan Corring, directeur de recherche, a été nommé chef de département adjoint, au titre des unités de la région parisienne, du département de nutrition, alimentation et sécurité alimentaire depuis le 1er janvier 1995 pour une durée de deux ans.

Agence comptable

Guy Ruiz, directeur adjoint des services départementaux du Trésor a été nommé Agent Comptable de l'INRA au 1er juillet 1995 en remplacement de **Gérard Veyne**.

Direction de l'Informatique

René Baranès est nommé directeur de l'informatique et directeur de l'unité informatique de Jouy-en-Josas depuis le 1er septembre 1995, en remplacement de **Jacques Marzin**.

Catherine Christophe demeure adjointe au directeur de l'Informatique, chargée de l'informatique scientifique.

Claude Zurbach demeure adjoint au directeur de l'Informatique, chargé de la coordination des unités informatiques de centre et de l'infrastructure de communication.

Prévention

Nos mains - Nos yeux des outils pour la vie

Les accidents aux yeux et aux mains représentent chaque année près de 40 % des accidents du travail à l'INRA.

Les yeux sont particulièrement fragiles, mais plus faciles à protéger que d'autres parties du corps. De simples lunettes de protection peuvent permettre d'éviter nombre d'accidents. En effet, ce sont les travaux de soudure, les activités d'arboriculture, les lampes U.V., les produits chimiques et de manière plus générale les projections de particules (poussières...) qui sont responsables de la majorité des blessures aux yeux.

Quant aux mains, au moins la moitié des accidents pourrait être évités ou atténués par le port de gants appropriés.

Bien sûr, il ne s'agit pas d'être moins à l'aise pour travailler, mais d'adopter un équipement de protection

Nomination

Guy Paillotin a été renouvelé dans la fonction de Président du Conseil d'Administration de l'INRA pour un mandant de quatre ans, par le Conseil des Ministres du 4 octobre 1995.
Guy Paillotin a été également renouvelé dans sa fonction de Président du Conseil d'Administration du CIRAD.

individuelle confortable et bien adapté aux risques encourus.
Il existe un grand choix d'équipements, dont les qualités permettent de répondre à la plupart des situations. Dans chaque centre, le délégué prevention peut vous conseiller dans vos choix.
Par ailleurs, compte tenu de l'importance du problème, une action visant à promouvoir la protection des yeux et des mains a été inscrite au plan de prévention 1995 de l'INRA.
▼ Contact : Valérie Roustan, mission centrale prévention Paris. Tél. 42 75 92 53.

Le professeur Joseph Schell au centre de Versailles lors de son premier cours le 19 juin. À droite, Michel Caboche (laboratoire de Biologie cellulaire).



Photo : Jean Weber

Formation

Une chaire de biologie moléculaire végétale créée au Collège de France

Les cours sont donnés au centre de Versailles

Le Collège de France vient de créer une chaire de biologie moléculaire végétale qui a été attribuée au professeur Joseph Schell, directeur de l'Institut Max Planck de Cologne. Cette création manifeste l'importance qu'a prise cette discipline de recherche pour l'avenir de l'agriculture.

Les travaux de J. Schell, de portée mondiale, ont permis l'essor du génie génétique végétal. Ils ont pris source dans les études menées à l'INRA de Versailles par le professeur Georges Morel et ses élèves sur la galle du Collet. Cette maladie est provoquée par une bactérie capable d'injecter un fragment d'ADN dans les cellules de la plante les rendant ainsi tumorales. Les travaux du professeur Schell ont permis de "domestiquer" cette bactérie pathogène et de l'utiliser pour introduire des gènes utiles dans les plantes cultivées pour les améliorer.

Après une leçon inaugurale prononcée au Collège de France le 12 juin dernier, le professeur Schell a donné son premier cours au centre de Versailles le lundi 19 juin en présence de Guy Paillotin, marquant ainsi le début d'une association active entre l'INRA et le Collège de France. Les cours ont repris à la rentrée, toujours à l'amphithéâtre du centre.
▼ Contact : Marie Lacruz, Biologie cellulaire, INRA Versailles. Tél. 30 83 30 17. Fax 30 83 30 99.

Appel d'offres

Prix du Commissariat à l'Énergie Atomique 1995

Le prix scientifique du CEA d'un montant de 75 000 F, ouvert à tous les chercheurs, ingénieurs et techniciens des principaux organismes publics de recherche français, est destiné à récompenser des travaux de recherche scientifique fondamentale dans les domaines intéressant le CEA : énergie nucléaire (réacteurs, cycle), sûreté nucléaire, protection de l'homme et de son milieu (environnement, biologie, santé), connaissance de la matière, développe-

ment technologique, défense. Le prix est décerné à une, deux ou au maximum trois personnes qui s'en partagent le montant lors d'une manifestation qui se tiendra au cours du premier semestre 1996.
Les dossiers, présentés par l'autorité dont dépend le candidat, doivent être adressés en quatorze exemplaires, **avant le 31 décembre 1995**, à la DIST du CEA Saclay.
▼ Contact : Jacqueline Tostain. Tél. (1) 69 08 53 15. Fax (1) 69 08 76 95.

Prix

Le prix de la recherche du Groupe consultatif de la recherche sur le colza

En 1983, le GCIRC a institué une récompense internationale pour la recherche sur le colza afin de récompenser les chercheurs individuels travaillant sur le colza. Le développement et les progrès de l'industrie du colza dépendent fortement de certaines découvertes scientifiques spécifiques et cruciales.
C'est seulement la troisième fois que ce prix est décerné. Une fois de plus, les nominations soumises par le Comité scientifique international du GCIRC étaient d'une qualité exceptionnelle, et il a été si difficile de départager les lauréats que le prix 1995 est attribué *ex-aequo* à deux chercheurs dans la reproduction des plantes : le Dr. Keith Downey, chercheur principal à la station de recherche agricole canadienne, à Saskatoon, au Canada et Jacques Morice directeur pendant de nombreuses années, de la station d'amélioration des plantes, à Rennes.
Jacques Morice "a travaillé sur de nombreux aspects de la biologie et de la propagation du colza. Il a développé le concept et la méthodologie de la culture de la variété ou race pure et a établi une définition officielle des variétés. Il a accompli avec succès des travaux sur l'amélioration de la résistance au *Phoma ligam* et a produit des variétés de colza à faible teneur en acide érucique. Il a participé aux premières études sur les hybrides du colza, la stérilité mâle et l'hétérosis. En conjonction avec Michel Renard, au cours d'un programme en coopération avec la Serasem, l'hybride mixte *Synergy* a été développé" (cf. INRA mensuel n°80).

L'Association Européenne de Transfert Embryonnaire

L'AETE, dont le secrétaire scientifique est Yvan Heyman, a tenu son onzième congrès à Hanovre les 8 et 9 septembre dernier. Le prix de la compétition étudiante sur le thème de la reproduction chez les mammifères a été attribué à **Sylvie Chastant** de l'unité de Biologie du développement à Jouy-en-Josas pour sa communication "Contrôle épigénétique de la reprogrammation des gènes lors du transfert nucléaire chez l'embryon de souris".

Notes de service

• Élections des représentants du personnel aux CAPN des ITA et aux CAP de chercheurs. NS DRH n°95-57, 5 juillet 1995.
• Élections des représentants du personnel aux CAPL des personnels techniques et administratifs. NS DRH n°95-58, 5 juillet 1995.
• Nominations diverses. NS DAJ n°95-59, 11 juillet 1995.
• Travail à temps partiel des fonctionnaires. NS DRH n°95-60, 17 juillet 1995.
• Avancement à la première classe du corps des chargés de recherche. NS DRH n°95-61, 18 juillet 1995.
• Résultats des concours de chargés de recherche de 1ère et de 2e classe, session 1995. NS DRH n°95-62, 19 juillet 1995.
• Nomination au département NASA. NS DAJ n°95-63, 20 juillet 1995.
• Boursiers et stagiaires. NS DRH n°95-64, 21 juillet 1995.
• Organisation de la gestion budgétaire et comptable. NS DAJ n°95-65, 25 juillet 1995.
• Calcul de la redevance d'occupation des logements concédés par utilité de service. NS DRH n°95-66, 27 juillet 1995.
• Avancement à la classe exceptionnelle du corps des directeurs de recherche. NS DRH n°95-67, 28 juillet 1995.
• Calcul de la redevance d'occupation des logements concédés par utilité de service. NS DRH n°95-68, 7 août 1995.
• Avancements 1995 : ITA titulaires. NS DRH n°95-69, 8 août 1995.
• TVA, modification du taux normal. NS DAJ n°95-70, 11 août 1995.
• Sciences Économiques et Sociales pour l'Agriculture et l'Agro-alimentaire et Méthodes d'Étude des Systèmes (SESAMES). NS DRH n°95-71, 28 août 1995.
• Direction de l'Informatique et unité Informatique de Jouy-en-Josas. NS DAJ n°95-72, 4 septembre 1995.
• Contrôle technique des véhicules automobiles. NS DRH n°95-73, 7 septembre 1995.
• TVA - modification du taux normal - application aux contrats de recherche et contrats d'aide. NS DAJ n°95-74, 15 septembre 1995.
• Calendrier des fêtes légales 1995-96. NS DRH n°95-75, 18 septembre 1995. ■

Courrier

Qualité, sécurité... Une même demarche ? Une même finalité ?

Une certaine expérience professionnelle de l'assurance qualité d'une part et de la prévention d'autre part m'a fait goûter avec beaucoup de plaisir l'article "l'assurance qualité et l'INRA" paru dans le n°82 d'INRA mensuel et me suggère les réflexions suivantes.

Des similitudes...

Quelques ratés dans le fonctionnement normal d'un laboratoire :

• une erreur d'échantillonnage conduisant à remettre au client une analyse ne correspondant pas au produit fourni ;

• une erreur de manipulation provoquant la blessure d'un laborantin ;

• une gestion incorrecte des effluents liquides entraînant la pollution du réseau, voire de la station d'épuration communale...

Nous avons tous vécu, ou tout au moins connu, ce genre de situations qui ont comme point commun de se traduire par une perte :

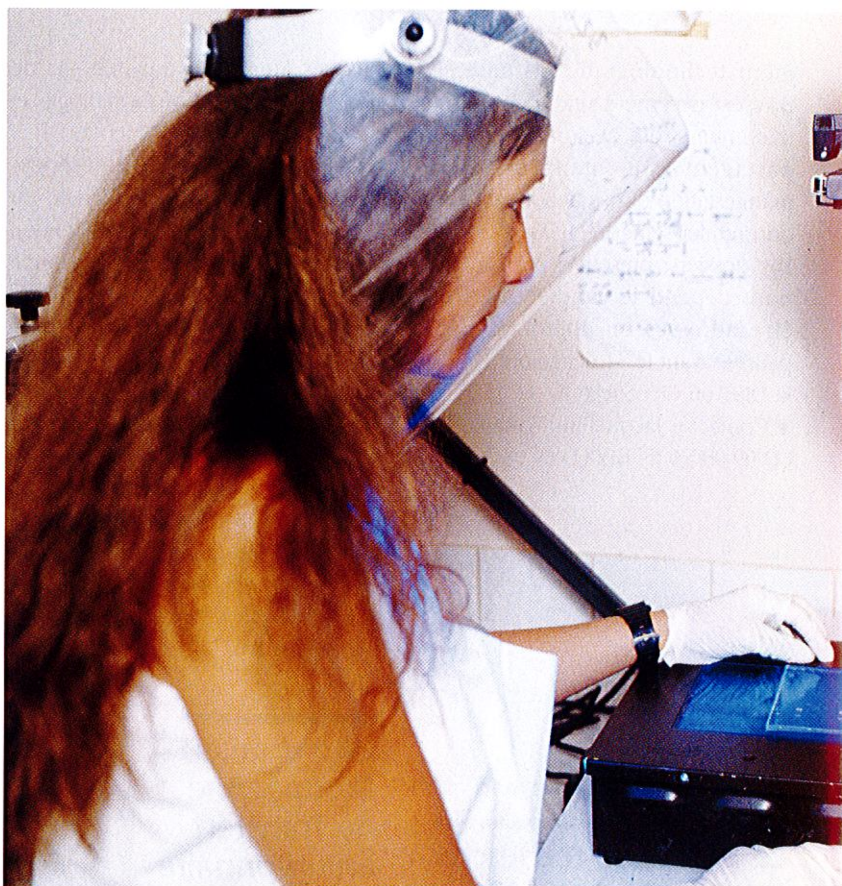
• éventuelle perte financière pour le client du laboratoire de référence, certainement perte de confiance vis-à-vis de l'INRA ;

• perte d'intégrité physique pour le laborantin et sans doute perte de confiance dans les capacité de l'INRA à assurer sa sécurité au travail ;

• perte momentanée du pouvoir épurateur de la station et vraisemblablement perte d'image de l'INRA, surtout si la pollution touche une rivière à truites !

Dans tous les cas, perte à la fois pour l'INRA en tant qu'organisme et perte pour son partenaire : client, membre du personnel, collectivité territoriale, public...

Il serait tellement plus confortable, gratifiant, productif de réunir les conditions permettant de maîtriser ces risques de perte afin de transformer ces situations perdant-perdant en situation gagnant-gagnant.



Des démarches proches...

Depuis longtemps déjà, des organismes privés ou publics, et en particulier des entreprises anglo-saxonnes qui ont une sainte horreur tant des pertes que des processus non maîtrisés, ont réfléchi à la question et développé des solutions variées mais présentant toutes des traits communs.

La constatation de départ est que pour maîtriser les risques liés à son activité, un organisme doit se doter d'un mode de fonctionnement, pris au sens large, qui réponde à quelques exigences ou critères incontournables. L'accident est en effet dans la plupart des cas le résultat et le révélateur d'un dysfonctionnement en profondeur d'une organisation au-delà d'une cause immédiate.

Ces exigences ne découlent en fait que de l'application de principes de base de management visant à atteindre l'excellence. Pour un organisme affichant cette volonté, le souci permanent d'amélioration est rendu nécessaire par l'exigence croissante de ses partenaires en matière de résultats : plus un risque devient faible, moins il est accepté par le client ou l'opinion. L'attitude du public face aux accidents de la route d'une part et aux accidents aériens d'autre part est, à ce sujet, très parlante.

Quelques-unes de ces exigences, parmi les principales, sont :

• se fixer une politique et avoir la volonté de la mettre en oeuvre ;

• susciter l'adhésion de tous à cette politique par l'engagement de la hiérarchie, le développement d'un état d'esprit, voire d'une véritable culture d'entreprise ;

• se doter d'une organisation adaptée et identifier les responsabilités et autorités ;

• étudier les processus mis en oeuvre, déterminer leurs points critiques, mettre en place des procédures de maîtrise des risques ;

• forger et utiliser des outils de mesure ;

[1] On reconnaît là la bonne vieille roue de Deming : planification, action, vérification, correction.

[2] Défini par l'ISO 8402, dans le cadre de l'assurance qualité, comme "l'ensemble de la structure organisationnelle, des responsabilités, des procédures, des processus et des ressources pour mettre en oeuvre la gestion de la Qualité", mais cela convient aussi à la gestion de la sécurité.

[3] Ainsi sont disponibles, pour la qualité les normes ISO 9000, les BPL (Les BPL sont souvent confondues, à tort, avec les règles générales de sécurité de laboratoire ; mais n'est-ce pas là une preuve de la parenté entre qualité et sécurité ressentie confusément par les personnes non averties) et pour la Sécurité le système ISRS (protection des personnes et des biens), la norme ISO 14001 (protection de l'environnement)...

Visualisation d'un gel d'ADN sous les UV.

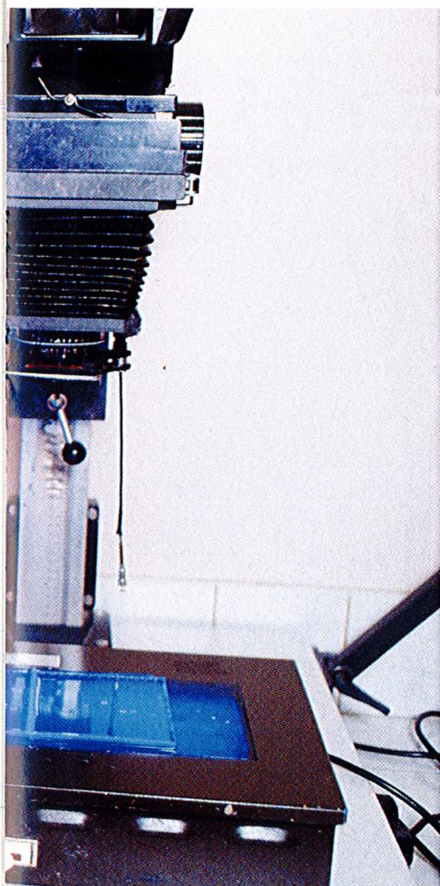


Photo : Antoine Auricoste

• développer, en amont de préférence, le contrôle, la recherche des non conformités et les actions correctives ;
• tirer profit des événements a posteriori, mais surtout développer une démarche de maîtrise a priori ;
• favoriser la communication, le travail de groupe, la mobilisation des intelligences ;
• former les personnes [1].

La réponse à ces exigences se traduit par la mise en place progressive de ce qu'il est convenu d'appeler un "système qualité" ou un "système sécurité" [2].

Ce système précise, lorsque cela est possible, le "qui fait quoi, où, quand, comment...".

Le principe étant d'écrire ce que l'on fait et (en théorie) de faire ce que l'on écrit, le revers de la médaille est malheureusement bien souvent une avalanche de procédures, de standards et autres documents d'enregistrement. C'est là un mal nécessaire qu'il est possible d'atténuer par un souci constant de simplification et par l'usage de l'informatique (bien que celle-ci ait aussi ses limites).

Enfin pour s'assurer que les exigences sont bien respectées, il est nécessaire de conduire des audits internes et externes.

Les exigences ont été progressivement regroupées, par éléments, dans des documents appelés référentiels [3]. Il est instructif et rassurant de cons-tater que ces référentiels présentent nombre d'éléments communs et qu'un même fil conducteur les parcourt, ce qui ne peut que faciliter la mise en place et l'exploitation de programmes de qualité et de sécurité.

Des possibilités d'actions communes...

Sans vouloir mener trop loin le parallélisme, il me paraît intéressant de considérer quelques domaines concrets où la qualité et la sécurité ont tout à gagner à une démarche commune.

• Le document de base d'entrée d'un système qualité (ou sécurité), est le manuel qualité (ou sécurité) [4].

Il permet à chacun de comprendre, dans les grandes lignes, les moyens dont un organisme s'est doté pour assurer la qualité ou la sécurité.

Sans aller jusqu'à la rédaction d'un manuel unique pour les deux matières comme ont pu le faire certaines entreprises, ne serait-il pas judicieux, pour favoriser la compréhension du lecteur et son appropriation des concepts, de disposer d'un cadre et de termes communs ?

Les mots de "prévention, maîtrise du risque, criticité [5], procédure, non conformité, action corrective, traçabilité [6], audits" ne sont-ils pas déjà d'un usage commun en gestion de la qualité et de la sécurité ?

Le plan de sécurité pour 1995, exigé par la réglementation et par le bon sens, est paru ; les règles d'assurance qualité n'exigent-elles pas aussi un plan qualité ?

Ces deux activités, nécessitant rigueur et participation, ne sont-elles pas étroitement liées au processus ?

• Nombre d'outils sont communs aux deux matières, tout au moins dans leur conception si ce n'est pas dans leur application : description de processus, conduite d'audit, méthodes d'analyses (arbre des causes, diagramme d'ISHIKAWA...), méthodologie de résolution de problème. N'y aurait-il pas là matière à une réflexion, puis à une action de formation commune ?

• Le respect des procédures opérationnelles conditionne souvent la qualité et la sécurité : un protocole expérimental non suivi conduit bien souvent à des résultats peu fiables et parfois à l'accident matériel ou corporel. Que dire alors si le protocole n'est pas adapté à la maîtrise des risques concernant la qualité du produit ou la sécurité.

La rédaction des procédures par les personnes directement concernées est l'occasion d'une réflexion sur l'état et l'amélioration du processus. Elle permet de formaliser les modifications qui sont sources de risques et elle facilite la formation et l'intégration des nouveaux dans l'unité.

N'est-il pas souhaitable de profiter de la réécriture des procédures dans le cadre de la certification ou de l'accréditation pour y inclure les consignes de sécurité ?

Pour conclure, il apparaît que la raison principale de la parenté entre la qualité et la sécurité est que ce sont deux activités d'optimisation d'un processus, qui visent à la maîtrise du risque résiduel.

S'assurer de la qualité, veiller à la qualité de la sécurité... Il y a là certainement plus qu'une similitude d'expression.

Je souhaite que ces quelques lignes ouvrent un échange d'idées et puissent permettre de lancer des actions communes, mêmes modestes.

François Guérin,
Mission centrale prévention ■

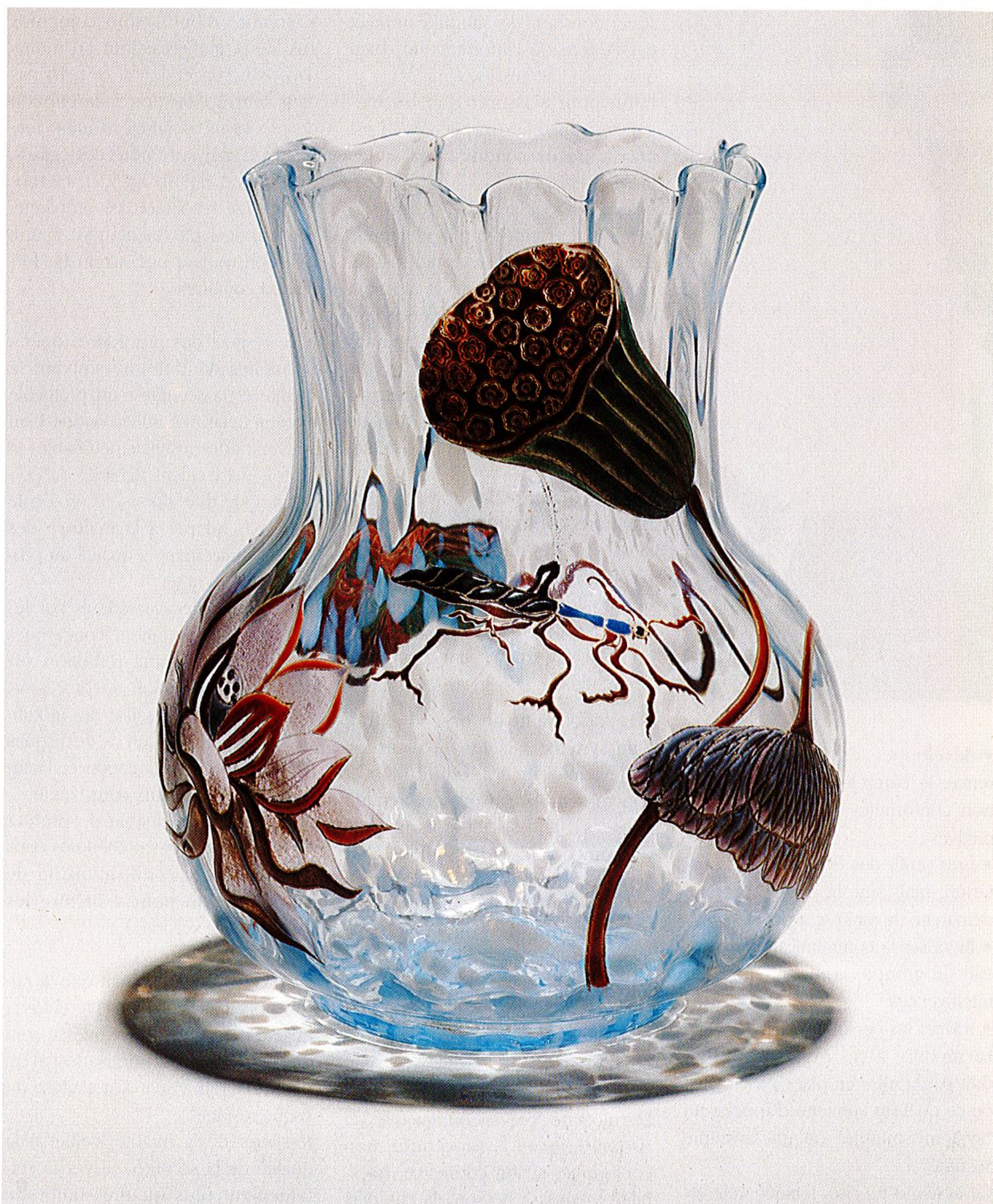
[4] L'instruction générale sur la prévention des risques professionnels à l'INRA peut être considéré comme le Manuel Sécurité.

[5] Cf. les paramètres critiques en assurance qualité et les tâches critiques en prévention-sécurité.

[6] Concept permettant de suivre un produit (ou un déchet) et de remonter à la cause d'un dysfonctionnement.

Résonances

Émile Gallé ou le mariage de l'Art et de la Science *

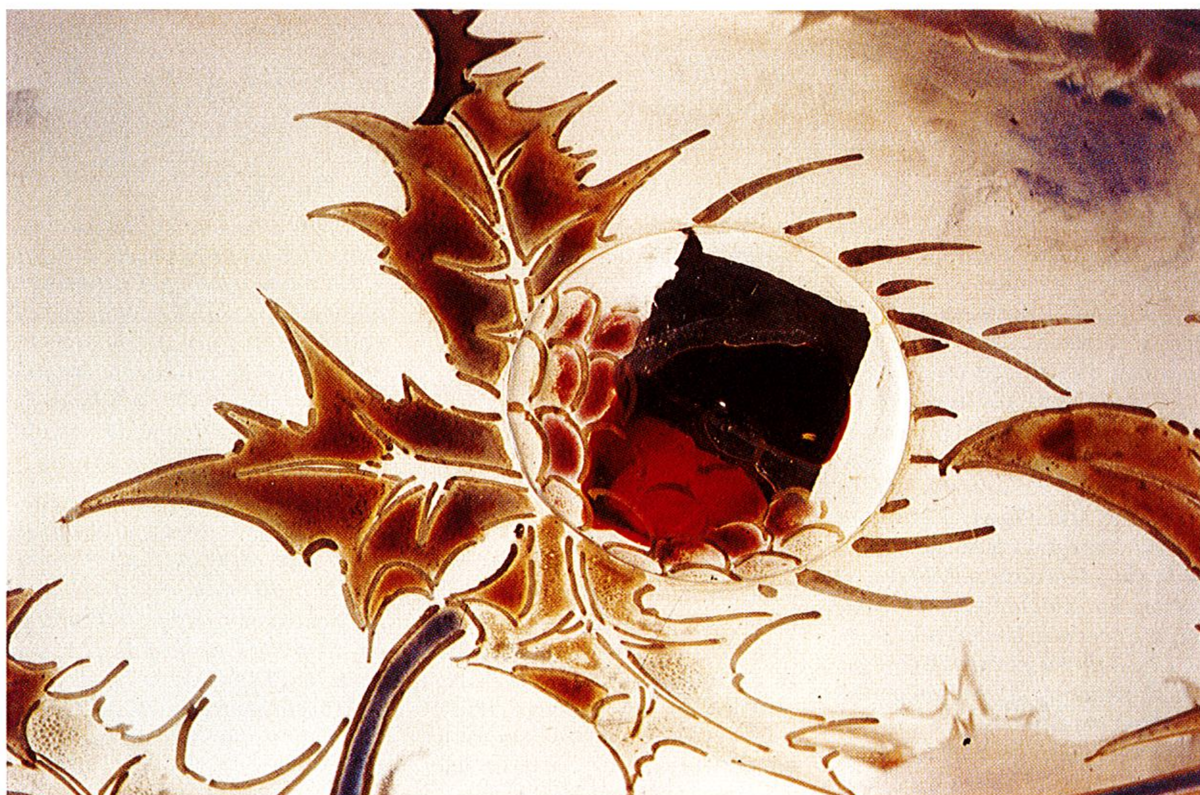


"La science fait des découvertes, l'art fait des oeuvres." (Victor Hugo).

Vase à col festonné "clair de lune" verre moucheté, décor givre et émaillé. Musée d'Orsay (Arts décoratifs).

* Cf INRA mensuel n°83 page 11 à propos du livre de François Le Tacon "Émile Gallé ou le mariage de l'Art et de la Science". Éditions MESSENE, 99-103, rue de Sèvres, 75006 Paris Tél. 46 28 29 20 Télécopie 46 28 00 71.

Émile Gallé (1846-1904) est un naturaliste nancéien surtout connu pour ses oeuvres d'art en céramique, sur bois et surtout sur verre. Il est maintenant considéré comme l'un des plus grands maître-verriers de tous les temps. Il a bouleversé l'expression esthétique de son époque et est un des principaux artistes à l'origine du mouvement appelé Art nouveau.
Dès son plus jeune âge, Émile Gallé est formé par son grand-père, sa mère et sa préceptrice, à la connaissance de la nature. Le traité de botanique et d'horticulture qui clôt l'ouvrage *Les Fleurs animées* dans lequel il apprend à lire, n'est probablement pas étranger à sa vocation. Sa rencontre et sa collaboration précoce avec les meilleurs naturalistes nancéiens sont des éléments déterminants dans l'orientation de sa pensée scientifique. Bien que nous n'en ayons aucune preuve matérielle, il est probable qu'à l'occasion de son séjour à Weimar, il est durablement



Détail du vase aux chardons ayant appartenu à Louis Pasteur ; décor émaillé de *Carlina vulgaris* ; capitule en émail brun et translucide, recouvert d'un cabochon en application avec inclusion de cristal de couleur rouge et noir. Musée Pasteur, Paris.

influencé par la pensée de Goethe. Il est aussi très rapidement conquis par la pensée évolutionniste de Charles Darwin, qui joue un rôle fondamental non seulement sur sa propre orientation scientifique, mais aussi sur ses conceptions artistiques. Malgré de multiples activités, il réussit à se constituer à Nancy, en France et à l'étranger un étonnant réseau de relations scientifiques qui lui permet d'avoir rapidement accès aux découvertes les plus récentes dans des domaines extrêmement divers. Il y attache la plus extrême importance comme en témoigne l'envoi, quelques mois avant sa mort, de ses propres travaux scientifiques aux naturalistes de plusieurs pays avec lesquels il est en relation suivie.

L'originalité de la pensée et de l'oeuvre scientifiques d'Émile Gallé a presque complètement échappé à ses contemporains. Dans l'hommage qu'il rend à Émile Gallé, juste après sa mort, le 9 octobre 1904 à la Société centrale d'horticulture de Nancy, Georges Le Monnier, professeur à la faculté des sciences de Nancy, ne fait aucune mention de son article majeur sur *Les anomalies des gentianacées*, ni de son étude générale sur l'évolution des orchidées lorraines. En revanche, il fait allusion à son travail sur les *Catalpa* : *"Une autre étude du même ordre (que celle sur le polymorphisme de l'Aceras hircina) est demeurée inachevée ; elle avait pour objet les Catalpa dont Gallé avait réuni plusieurs formes et qu'il comptait traiter dans une monographie générique"*. Georges Le Monnier précise aussi dans ce même texte que Gallé *"voulait appuyer ses conclusions sur l'observation des plantes vivantes et avait même entrepris des expériences d'hybridation dont il aurait assurément obtenu d'intéressants résultats. Mais une telle méthode exige de longues années et la mort implacable guettait sa victime"*. Lucien Cuénot, qui a apporté une contribution majeure et internationalement reconnue à la génétique animale et à la théorie de l'évolution, ne connait pas les travaux d'Émile Gallé, pourtant nancéien comme lui et seulement de vingt ans son aîné. Il ne les cite en effet dans aucune de ses publications. C'est dire combien sa pensée scientifique est laissée dans l'oubli le plus total.

Et pourtant, peu de naturalistes peuvent prétendre avoir un tel champ de connaissances. À la fin du dix-neuvième siècle, la pensée scientifique d'Émile Gallé se situe au niveau de celle des plus grands. Il poursuit l'oeuvre des penseurs évolutionnistes du dix-neuvième siècle, Lamarck, Goethe et Darwin. Il a pour ambition d'établir la phylogénie de certaines familles, comme celle des orchidées, et pour objectif de déterminer comment une espèce peut dériver d'une autre. Enfin, il décrit clairement les mutations et comprend, le premier ou un des premiers, plus de dix ans avant Hugo de Vries, le rôle qu'elles peuvent jouer dans l'évolution des espèces. Cette vision évolutive du monde végétal et de l'adaptation des végétaux aux milieux les plus divers, ainsi que cette perspicacité dans la recherche des mécanismes impliqués sont le résultat de sa pensée propre, mais aussi de l'exceptionnelle qualité de l'environnement scientifique nancéien et de ses relations avec les plus grands savants de l'époque.

S'il avait réellement pu embrasser une carrière scientifique, Émile Gallé aurait laissé une oeuvre d'une toute autre ampleur. Le choix, probablement obligé, d'entrer dans l'entreprise paternelle a changé le cours de sa vie. Mais sans cette passion pour la science, son oeuvre artistique aurait été complètement différente.

Il réussit vers la fin de sa vie à concilier ses conceptions scientifiques et artistiques pour aboutir à une théorie générale : par une lente évolution, la vie a été capable de se diversifier à l'infini et de s'adapter par des mécanismes complexes à tous les milieux marins, puis terrestres. L'harmonie de la nature est la résultante de cette parfaite adéquation entre caractéristiques des espèces et caractéristiques du milieu. La vie est synonyme de perfection et donc de beauté. Pourquoi l'artiste rechercherait-il d'autres sources d'inspiration que la nature, puisqu'elle peut lui fournir des modèles



Vitrine à livres d'art. Noyer, loupe d'amboine, incrustation de bois variés, cuivre doré, vitres gravées au diamant. Musée d'Orsay (Mobilier).

idéaux en nombre illimité ? Mais pour saisir cette perfection et lui transmettre son propre souffle, encore faut-il que l'artiste puisse comprendre la nature. Avant d'être artiste, il doit d'abord être naturaliste et scientifique. Dans son manuscrit sur le genre *Catalpa*, écrit un an avant sa mort, un court texte très raturé illustre parfaitement le rôle que la recherche scientifique a pu jouer dans la conception qu'Émile Gallé a dē la vie : *"La vérité scientifique est comme une plante rude. Son étude prépare l'honnête homme à la probité, c'est-à-dire à ne jamais faire fléchir la justice ou la vérité au gré des intérêts et des passions".*

N'ayant pu suivre sa vocation initiale, il transcrit sa passion pour la nature et la science dans ses oeuvres d'art. C'est sa passion pour la science qui décide de son avenir artistique. Activité scientifique et création artistique se mêlent étroitement dans l'esprit d'Émile Gallé, comme le montrent ces extraits des notes de son voyage en Italie en 1877 :

Mon collègue de la Société d'acclimatation, le prince Pierre Troubetzkoï, à Intra, a eu ce talent et ce bon goût de respecter scrupuleusement ce que la nature avait si bien préparé dans le champ d'expériences horticoles qu'il s'est choisi, après de longues recherches et un examen approfondi. Les essences exotiques de la plus récente introduction, plantées chez lui en pleine terre, sans aucun abri artificiel, dans les rocailles et les gazons de bois, sur la lisière des maquis du pays ne semblent nullement dépaysées ... aussi les satisfactions d'ordre purement scientifiques sont-elles accompagnées à la villa Troubetzkoï par les jouissances les plus vives que puisse goûter un artiste épris d'une nature séduisante, enchanteresse.

Ces liens entre la science et l'art se retrouvent dans *Le Décor symbolique* :

Enfin, la science, de tous les côtés, ouvre au décorateur des horizons nouveaux ... Ainsi pour trouver, à côté des formes et des décors nouveaux, les symboles d'un art neuf, il suffira de regarder autour de soi, de chercher à savoir, d'étudier et d'aimer ; car le symbole jaillira spontanément chez le décorateur de ces forces combinées : l'étude de la nature, l'amour de son art et le besoin d'exprimer ce qu'on a dans le coeur.

Il devient légitime de se demander si l'oeuvre artistique d'Émile Gallé n'est pas en réalité la résultante de sa vocation première contrariée et des obligations qui l'amènent à assumer la succession paternelle. Si on ajoute, chez un homme infatigable, une imagination particulièrement vive, une connaissance approfondie des Écritures, des grands écrivains, des philosophes et des psychologues, ainsi que le sens de la rhétorique et des symboles, on obtient, par une étrange alchimie, un des esprits les plus singuliers de tous les temps, un des rares à avoir été capable de se lancer simultanément, avec une égale autorité, dans la recherche scientifique et la création artistique, et le seul à avoir puisé l'essentiel de son inspiration d'artiste dans son oeuvre scientifique. Il a aussi été l'un des seuls à avoir tenté de réaliser le mariage de l'art et de la science. Son dernier ou l'un de ses derniers chefs-d'oeuvre, *La Main aux algues et aux coquillages*, réalise véritablement cette unité et intègre en outre les idées des grands psychologues de la fin du dix-neuvième siècle.

Mais qui se souvient d'Émile Gallé homme de science ? Seuls ceux qui sont intéressés par l'artiste savent que sans la connaissance de ce que fut le scientifique, il n'est guère possible de comprendre la genèse de l'oeuvre du maître nancéien. Cette analyse va aussi dans le sens souhaité par un de ses biographes du début du siècle :

Il est vrai que les principes qu'il a dégagés de ses études, de sa documentation et de ses applications sont encore peu connus... Il était arrivé, dans les dernières années de sa vie, à une connaissance étonnante de toutes les choses. Rien de la science ne lui échappait, la plus petite découverte l'intéressait ; il suivait attentivement les résultats des explorateurs avec lesquels il entretenait volontiers des relations, et il mit en pratique tout récemment les pêches opérées dans les grandes profondeurs de la mer, si riches en êtres curieux...

Il communia largement avec toutes les pensées écloses dans les cerveaux les plus puissants des hommes de tous les temps et de tous les peuples. Il sut mêler avec un rare bonheur la beauté des formes plastiques et l'émotion des couleurs au clair langage de l'esprit, pour faire de chacun des objets sortis de sa conception, une oeuvre émouvante de symbolisme. En cela il diffère encore de la majorité de ses contemporains.

Sa femme ne s'exprime pas autrement dans l'avertissement des *Écrits pour l'Art* : *"Si Émile Gallé a renouvelé l'art décoratif, c'est pour avoir étudié la plante, l'arbre, la fleur à la fois en artiste et en savant".*

Enfin, en dehors de sa famille, qui peut mieux connaître les ressorts de sa création que son confident de 1852 à 1904 ?

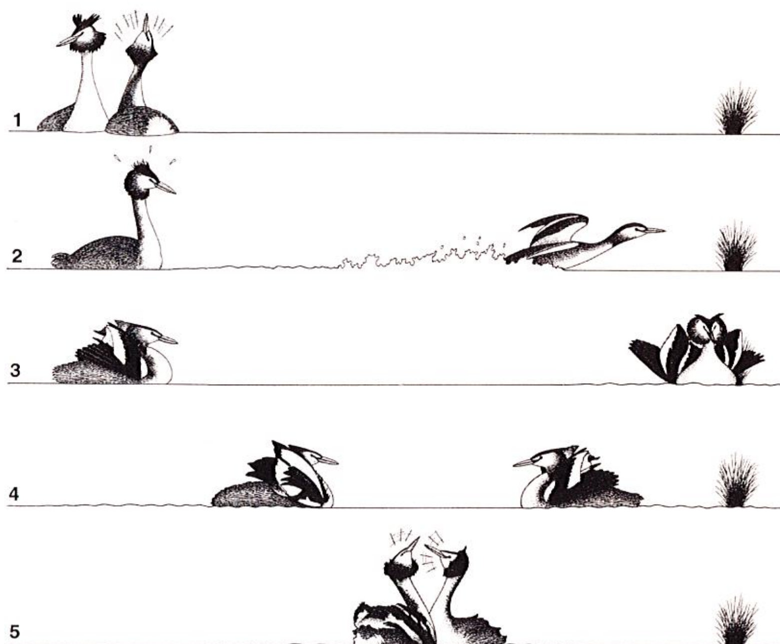
Émile Gallé a soumis à son traitement des matières plus variées (que Bernard Palissy) ; son art est plus pourvu d'intellectualité et son cerveau tourmenté par la solution de problèmes plus complexes. Ce qui était empirisme chez l'un devient chez l'autre certitude scientifique. Le lettré et l'artiste se doublent chez Émile Gallé d'un botaniste et d'un chimiste possédant de ces sciences, non pas de vagues notions, mais une connaissance approfondie, toujours accrue. Peut-être ne s'est-on pas soucié, jusqu'à présent, de faire assez état de ces aptitudes de l'esprit en quelque sorte contradictoires et qui décèlent les privilèges de l'intelligence planante.

Par un étrange retour des choses la notoriété de l'artiste nous amène à nous pencher à nouveau sur le savant dont l'oeuvre scientifique, jamais réellement appréciée à sa juste valeur, et maintenant presque totalement oubliée, fut le creuset d'où jaillit son inspiration. Qui se souvient de René Zeiller ou de milliers d'autres qui sont maintenant retournés à l'anonymat, et qui, pourtant, ont apporté leur contribution, modeste ou déterminante, à l'avancement de la science ? Le nom d'Émile Gallé est maintenant connu dans le monde entier ; ses oeuvres participent à la quintessence du monde de l'art. Il est allé au delà de la science : en vérité, il l'a transcendée.

François Le Tacon
Directeur de recherches à l'INRA ■

Les danses folkloriques des Grèbes

Nature



Les Grèbes huppés adorent faire les choses de façon très compliquée. Si compliquée qu'à chaque stade de leur histoire d'amour, ils prennent un malin plaisir à exprimer leurs sentiments sous forme d'étranges petites pièces de théâtre que les Hommes ont longtemps regardées avec beaucoup d'étonnement et dont ils ont mis des dizaines d'années à comprendre la signification. Ces saynètes jouées par les Grèbes huppés, et que l'on appelle des "cérémonies" car elles se répètent toujours de façon à peu près identique, sont au nombre de quatre. L'une est extrêmement courante, les trois autres un peu plus rares...

Première danse folklorique : la Cérémonie de la Découverte

La première de toutes les cérémonies, celle qui permet à deux Grèbes huppés étrangers de faire connaissance, est appelée *Cérémonie de la Découverte*. La femelle intéressée par la petite annonce qu'elle vient d'entendre sur l'étang cherche des yeux le mâle qui l'a émise et, si celui-ci lui plaît, elle plonge et se met à nager sous l'eau dans sa direction. Mais d'une façon plutôt bizarre : à quelques centimètres seulement de profondeur, tellement au ras de la surface qu'elle laisse derrière elle, sur l'eau une longue ride semblable au sillage d'une torpille. De temps à autre, juste l'espace d'une seconde, elle sort la tête hors de l'eau, petit coup de périscope destiné à vérifier que sa cible n'a pas bougé et que sa trajectoire est toujours la bonne. Bien entendu, notre mâle qui se tient aux aguets, voit venir de très loin le scooter sous-marin ; il adopte alors une attitude tout aussi étrange. Baissant la tête et la rentrant dans les épaules, il se dessine avec la huppe deux épais sourcils de Diable, et dresse, de part et d'autre de son corps, en guise de mur défensif, deux pare-chocs noirs et blancs : ses ailes, déployées verticalement face à l'arrivante comme des boucliers. Cette posture, caractéristique du Grèbe huppé sur la défensive, est appelée "posture du chat" car son plumage tout hérissé le fait alors un peu ressembler à un matou faisant le gros dos. À ce moment arrive la torpille : elle passe, soit juste sous son ventre, soit tout à côté de lui, et sort subitement de l'eau d'une façon hallucinante, comme un fantôme filmé en léger ralenti. On dirait un pingouin, figé dans une attitude irréelle, momifié, le bec pointé vers le bas comme un crochet. Tout en montant, si haut, si haut, qu'à un moment il donne l'impression d'une statue dressée sur les flots, l'animal pivote doucement, comme hypnotisé, de façon à se retrouver face au "chat" qui, lui aussi, s'est retourné pour suivre des yeux l'extravagante apparition. Alors, tous deux reviennent à leur position normale.

Deuxième danse folklorique : la Cérémonie des secouements de tête

Si les deux oiseaux se plaisent, ils vont aussitôt enchaîner avec une seconde cérémonie, celle que tous les Grèbes adorent par-dessus tout et qu'ils se jouent des dizaines et des dizaines de fois par jour : la "*Cérémonie des secouements de tête*". Les deux oiseaux s'approchent face à face, ils étirent le cou à la verticale le plus haut possible, étalent plus ou moins leur collerette, et se mettent à secouer violemment leur bec ouvert dans tous les sens en lançant une bruyante série de petits *ktic-ktic-ktic-ktic-ktic-ktic-ktic !* extrêmement énervés. Ils peuvent également secouer la tête d'une autre manière, tout à fait différente, en la faisant pivoter sur la droite et sur la gauche, à l'horizontale, le bec fermé et en silence, comme un Homme qui ferait énergiquement "non" de la tête. En réalité vous l'avez deviné, ce "non" est la façon Grèbe de dire "oui". Car le secouement de tête est la cérémonie qui, pendant des semaines, va permettre aux deux fiancés de vérifier du matin au soir qu'ils ont toujours bel et bien l'intention de faire un nid ensemble. Lorsqu'ils se retrouvent après une quelconque séparation, ou bien si un incident est venu bouleverser le train-train quotidien -une dispute avec les voisins, ou pire encore un petit problème de flirt car l'infidélité

Ce texte est repris avec l'aimable autorisation de la revue "La Hulotte". Dessin repris de La Hulotte, n°71, 1995, p. 40-41.

conjugale existe aussi chez les Grèbes huppés- ils s'empressent de renouer le contact ou de se réconcilier en se livrant à une séance de salutations mutuelles...

Troisième danse folklorique : la Cérémonie de la Retraite

Une fois que notre couple a véritablement commencé à se souder, et que les secouements de tête, de plus en plus fréquents, s'effectuent de plus en plus près l'un de l'autre, les Grèbes se jouent à eux-mêmes une nouvelle pièce bizarre, la troisième, qui débute à peu près toujours au moment où l'on s'y attend le moins : c'est la *"Cérémonie de la Retraite"*. Alors que les deux amoureux sont bien en train de secouer la tête, l'un en face de l'autre, sur le lac, l'un des deux -disons la femelle, la prochaine fois ce sera le mâle- fait mine de rompre brutalement les fiançailles et prend la fuite en courant sur l'eau comme si elle venait subitement de s'apercevoir que son fiancé était un vampire. Après quelques mètres, elle se laisse retomber en posture de chat et se retourne. Que voit-elle ? Son ami, qu'elle vient de quitter, qui s'est mis lui aussi dans la même attitude et qui la regarde, les plumes toutes ébouriffées de stupeur.

Les deux comédiens nagent alors l'un à la rencontre de l'autre et terminent leur sketch en se faisant une nouvelle petite séance de secouements de tête. Histoire de bien montrer, sans doute, qu'il s'agissait d'un gag, les tourtereaux recommencent en général, aussitôt après, la même cérémonie mais cette fois en inversant les rôles : c'est le mâle qui fait semblant de se rappeler brusquement qu'il a oublié le lait sur le feu et la femelle qui mime la surprise en le voyant partir.

Car chez les Grèbes, l'égalité des sexes est absolument parfaite, dix fois plus stricte que chez l'espèce humaine. Tout au long de leur vie, mâle et femelle vont exécuter, de façon exactement identique, les mêmes tâches : ils construiront le nid ensemble ; la couvaison sera assurée pour moitié par chacun d'entre eux ; c'est à tour de rôle qu'ils plongeront pour aller pêcher au fond de l'eau des poissons pour leurs poussins, qu'ils transporteront les petits sur leur dos... De la même façon, au cours des parades, chacun change régulièrement d'emploi, si bien qu'il est impossible de deviner, simplement en observant, même très attentivement, le comportement des oiseaux, qui est le mâle et qui est la femelle [1].

Quatrième danse folklorique : la Cérémonie de l'Herbe

Les deux Grèbes -qui sont maintenant fiancés depuis pas mal de temps- passent des heures l'un en face de l'autre à se faire d'interminables séances de secouements de tête. Or, parfois, ils entrecoupent leurs séries de tremblements de tête par un tic très bizarre. Se retournant brusquement, ils tirent avec nervosité sur une plume de leur dos avec le bec, exactement comme s'ils faisaient mine de nettoyer leur plumage. Et recommencent aussitôt à secouer la tête. Parfois, aussi -et alors là, ouvrez l'oeil !- on voit les deux amoureux qui commencent à s'éloigner doucement l'un de l'autre, soit en continuant de faire semblant de se lisser les plumes, soit, le plus souvent, dans une posture extraordinaire, appelée la position de la Statue-flottante, avec la collerette étalée en forme de soleil et le cou dressé tout droit, comme la proue d'un étrange Drakkar. Le moment est venu pour vous de faire très attention car une danse folklorique extrêmement belle et rare va peut-être se déclencher d'un instant à l'autre devant vous : la "Danse des Algues".

À la même seconde, ou presque, les deux Grèbes plongent chacun de leur côté et descendent au fond arracher une touffe d'algues ou d'herbes aquatiques. Avant de remonter aussitôt, leur étrange bouquet dans le bec. Sitôt en surface, ils nagent à la rencontre l'un de l'autre, de toute la vitesse de leurs palmes, la cargaison d'herbes froides et dégoulinantes leur ballottant sous le menton. Arrivés à un mètre environ l'un de l'autre, changement brutal de posture : ils se dressent comme des pingouins et se maintiennent à la verticale en pédalant sur place comme des forcenés. Poitrine contre poitrine, les danseurs font à présent valser leur tête de droite et de gauche, balançant les herbes en cadence. Puis, sans cesser une seconde de faire énergiquement "non" avec le bec, ils se laissent progressivement retomber sur l'eau, lâchant enfin leur bouquet d'algues...

Cependant, quand les oiseaux en sont arrivés à ce stade, c'est que leur harmonie a déjà atteint un degré si élevé qu'ils sont fin prêts à nicher ensemble. D'ailleurs, la saison commence à être bien avancée et il n'y a plus de temps à perdre. Nageant en duo, côte à côte, le couple sillonne maintenant l'étang, le visite dans ses moindres recoins, à la recherche de l'endroit le mieux situé possible - compte-tenu des disponibilités, car en général la concurrence est sévère. Une fois que, non sans mal, ils ont réussi à trouver ces quelques mètres carrés d'eau libre, il reste encore à les défendre du matin au soir contre les incursions des voisins, en se portant sans cesse aux frontières pour menacer, plumage tout ébouriffé, cou à l'horizontale, bec ouvert prêt à frapper et collerette trempant presque dans l'eau de colère, tous ceux qui frôlent ou franchissent la limite des eaux territoriales.(Avec l'aimable autorisation de La Hulotte n°71, 1995).

Pierre Déom,
Rédacteur de La Hulotte. ■

[1] Le seul moyen de distinguer l'un de l'autre les futurs époux est d'étudier certains détails physiques, en particulier les proportions de leur cou et de leur visage : la femelle, qui est légèrement plus petite que son compagnon, a un périscope plus mince, un bec plus fin, une huppe et une collerette plus courtes. De plus, très souvent, la ligne de son front dessine un angle extrêmement joli avec celle du bec, alors que chez le mâle, plus épais et moins gracieux, le front fuyant est souvent plus ou moins dans le prolongement du nez...

Abonnement : 84 FF pour six numéros. La Hulotte 08240 Boult-aux-Bois. Tél. 45 96 01 93-24 30 01 30

L'INRA fête ses cinquante ans

Pour la terre et les hommes
46 96 50 ans
de recherches à l'INRA

Pour la terre et les hommes
46 96 50 ans
de recherches à l'INRA

Pour la terre et les hommes
46 96 50 ans
de recherches à l'INRA

L'identité visuelle pour le cinquantenaire
a été créée par Pascale Inzérillo. Un guide d'utilisation est disponible auprès des responsables communication de chaque centre sous forme papier et disquettes Macintosh et PC.

Clermont-Ferrand, vieux de 121 ans *

Messieurs,

Je suis chargé de vous exposer l'installation et les premiers travaux de la station agronomique… Nous n'avons pas perdu de temps. Depuis un an à peine, l'établissement d'une station agronomique à Clermont était voté par vous : depuis plus de trois mois, elle est installée, elle vit, elle agit, elle travaille.

Le premier besoin de la station, une fois les fonds réunis, était un laboratoire assez vaste et assez bien organisé pour faciliter l'éxécution des travaux…

Monsieur Truchot a compris dès son début que, dans nos campagnes, la science doit unir l'application à la théorie et descendre des hauteurs de la spéculation jusqu'au niveau de la plus humble pratique… Dès le mois d'avril, il a inauguré dans diverses parties du département une série de visites chez des propriétaires cultivateurs, étudiant la composition du sol et du sous-sol, les procédés de culture, indiquant les engrais et amendements utiles, notant les essais réussis, critiquant les méthodes vicieuses et en conseillant de meilleures…

Ce sont là de vrais services. Notre excellent directeur est appelé à nous en rendre de plus grands en analysant les divers engrais et amendements dont le besoin est urgent.

La création de la station aura pour nous cet avantage particulier de consolider et de développer un établissement privé qui doit nous être de la plus grande utilité. Un honorable exilé de notre regrettée ville de Mets, M. Kessier, chimiste aussi distingué qu'industriel consciencieux, s'est associé à M. Foucre, jeune ingénieur auvergnat, qui a fait aussi ses preuves de capacité et de loyauté, pour créer à Clermont une fabrique d'engrais chimiques.

Notre bulletin a déjà publié le tarif des analyses. Quand notre situation financière sera un peu équilibrée, nous reprendrons la proposition de nous procurer un local. Là seraient disposés à la fois : un bureau permanent ouvert chaque jour à des heures déterminées ; un cabinet où le Directeur de la station donnerait ses consultations ; enfin une bibliothèque agricole, qui est vivement réclamée par beaucoup d'agriculteurs.

Permettez-moi, Messieurs, avant de finir, d'insister sur cette idée de la nécessité pour les Facultés des Sciences en province de tenir grand compte des besoins physiques et moraux des populations au milieu desquelles elles sont instituées… [1].

Clermont, le 16 août 1873, le rapporteur *Teallier* [2]. ■

* Ce rapport a été dépoussiéré par P. Loiseau et publié dans La lettre du centre Clermont-Theix n°4, octobre 1994. L'INRA mensuel a publié une histoire du centre de Clermont-Ferrand dans son n°19 d'avril 85.

[1] C'est ce qu'on appelle la demande sociale aujourd'hui.

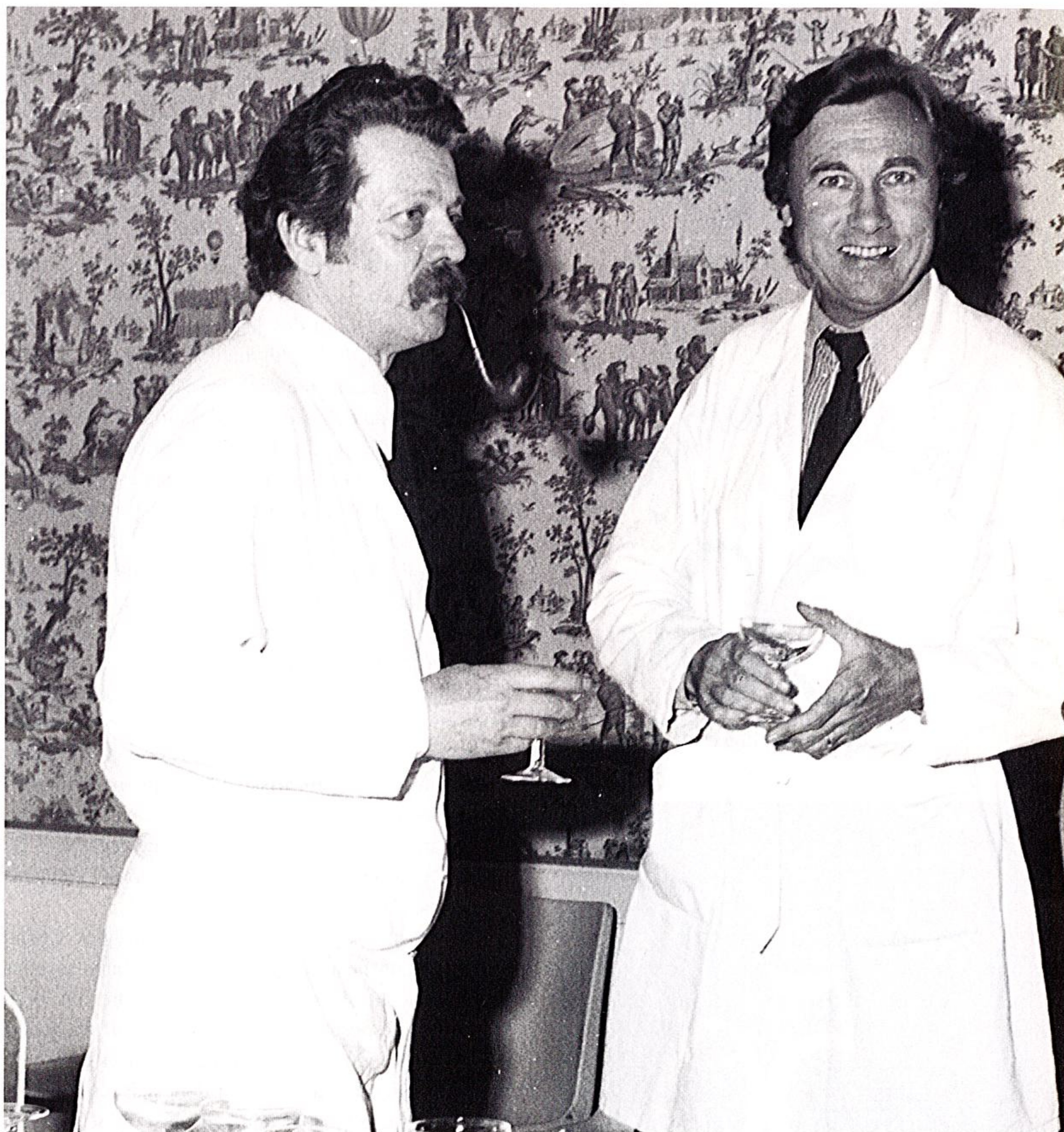
[2] Bulletin agricole du Puy de Dôme, revue périodique de la Société Centrale d'Agriculture du Puy de Dôme, septembre et octobre 1873.

Les métiers de l'INRA

Métier : chercheur

Entretien avec Léon Guéguen

Des métiers indispensables à la recherche ont déjà été évoqués dans cette rubrique ; celui du verrier, du maréchal-ferrand, du responsable de travaux, du greffeur, de l'inventeur, de standardistes... L'un des prochains entretiens prévus concerne l'un de ceux qui veillent sur le troupeau de brebis Lacaune du domaine expérimental de La Fage. Dans ce numéro, commence la publication de réflexions de chercheurs dans toute leur diversité, qu'il s'agisse de jeunes chercheurs ou de ceux qui ont une longue expérience. La parole est à Léon Guéguen, nutritionniste à la NASA, Jouy-en-Josas. INRA mensuel



Jacques Flanzy et Léon Guégen à Jouy-en-Josas.

Que pensez-vous de certaines images que donne la presse [1] à propos de la recherche ? La Science est donc suspecte ?

Je n'ai pas lu tous ces articles, certains à sensation, mais les titres sont déjà significatifs. Ce qui apparaît nettement c'est la méfiance de l'opinion vis-à-vis de travaux scientifiques trop novateurs et, dans le cas des sciences de la vie qui nous concernent, vis-à-vis des progrès de la génétique et des biotechnologies, la transgénèse, les manipulations génétiques qui créent des végétaux ou des animaux nouveaux, mutants. Il est très difficile, voire impossible, de faire admettre à certains consommateurs que l'on peut manger sans aucun risque des tomates transgéniques ou boire du lait de vache traitée par une

[1] Il s'agissait des articles suivants :
• "Manipulations génétiques : demain des monstres" dans "L'évènement du jeudi", 2 septembre 1993.
• "Quand les savants se trompent" dans "Le Nouvel Observateur", 1993.
• "Le syndrôme de Frankenstein", dans "Sciences et Avenir", septembre 1993...

substance obtenue par génie génétique... Cette crainte de l'innovation imprègne les esprits. Dès lors, la science devient suspecte, notamment lorsqu'elle concerne comme à l'INRA le domaine alimentaire. Cela n'est pas nouveau ! Déjà les progrès agronomiques aboutissant à l'agriculture dite industrielle avaient été critiqués. Il y a certes eu des excès. Pendant longtemps on a d'abord cherché à améliorer le rendement, pour nourrir la population à moindre coût, puis pour exporter. Ensuite sont apparus les excédents agricoles conduisant à une exacerbation de la crainte, de la suspicion du consommateur rassasié qui est devenu exigeant et a l'impression d'être trompé sur la qualité des aliments.

Je précise que je suis nutritionniste et que les exemples que je prendrai pour illustrer mon propos sont ceux que je connais le mieux, c'est-à-dire ceux que j'ai vécus personnellement. Désolé de radoter ou de faire "ancien combattant", mais vous m'y invitez ! Mes propres travaux ont porté pendant plus de 35 ans sur la nutrition minérale des animaux et, depuis une dizaine d'années, sur la nutrition minérale humaine. Notre expérience acquise sur l'animal nous autorise à extrapoler à l'homme certaines de nos connaissances et nous permet aussi d'utiliser des techniques (chirurgicales, radioisotopiques, ...) que l'on ne peut utiliser chez l'homme. Les travaux du laboratoire portent sur les lipides, les minéraux, les vitamines, les fibres, les substances cancérogènes ou protectrices des aliments, les adjuvants des emballages. Nos objectifs sont donc proches des préoccupations du consommateur qui sont de bien manger, en toute sécurité, des aliments sains et qui ont une influence bénéfique sur sa santé. Nous sommes donc en prise directe avec le consommateur, ce qui ne nous permet pas toujours d'être mieux compris ! En effet, les gens sont également "nourris" de principes, de préjugés, voire de dogmes contre lesquels il est difficile de lutter. L'alimentation est, avec la respiration, la principale voie d'intrusion de l'extérieur en soi. De ce fait elle revêt un certain caractère sacré. De plus, dans les rapports réels ou supposés entre aliments et santé, il règne une multitude de doctrines, de théories contre lesquelles nous avons bien du mal à imposer nos connaissances rationnelles. Un bon exemple que je cite souvent est celui de l'influence d'une fertilisation chimique raisonnée sur la qualité nutritionnelle des légumes ou du blé et donc du pain. Comment faire admettre à certains consommateurs que les engrais dits chimiques ne font qu'apporter les éléments minéraux naturels indispensables à la plante et que le pain dit "biologique" ou "naturel", à variété de blé et taux de blutage identiques, n'est pas meilleur pour la santé ? Il est vrai qu'il n'appartient peut-être pas au scientifique d'empêcher le consommateur de trouver plus de satisfaction à se nourrir de mythes ou de symboles que de principes nutritifs ! Et qu'il faille, comme on tend à le faire maintenant à l'INRA, accorder un peu plus de crédit aux demandes du citoyen, même si elles sont irrationnelles ! Dans ce cas, il ne faut pas attendre du chercheur qu'il puisse répondre avec des arguments scientifiques à certaines aspirations du public.

Malgré cette frustration résultant des difficultés qu'il éprouve à faire passer son message, le chercheur a quand même souvent le sentiment d'être respecté. Même si l'auréole du vieux savant a pratiquement disparu, le chercheur demeure l'expert, souvent incontesté dans son domaine, il est vrai de plus en plus étroit. Cette image de spécialiste est reconnue, notamment dans les Commissions d'évaluation, d'expertise, de réglementation où l'avis des chercheurs est très sollicité et souvent déterminant.

L'opinion des jeunes sur la recherche donne une image plus positive de celle-ci [2]*. Qu'en pensez-vous ?*

Les réponses à ce sondage sont assez intéressantes. Les 3/4 des jeunes pensent que ce qui motive le chercheur c'est le plaisir de la recherche. C'est vrai ! Ce n'est certainement pas, comme certains le pensent, le souhait de "devenir riche", du moins dans la fonction publique, ni même plus, à de rares exceptions près, de "devenir célèbre". Être chercheur c'est exercer un métier comme un autre mais peut-être avec une vocation plus affirmée et une certaine tendance au sacerdoce, de plus en plus actuellement : en effet, il y a 30 ans, la vie du chercheur était plus facile, plus gratifiante, et correspondait peut-être mieux à l'idée que l'on s'en fait ; le métier de chercheur est devenu dur, contraignant, souvent frustrant : difficultés de recrutement et de promotion, compétition nationale et internationale, évaluations répétées, course à la publication, diminution relative des moyens humains et matériels, recherche de contrats... La phase très productive de la thèse est particulièrement ingrate chez les jeunes car il y a au bout la hantise de trouver un emploi.

Cette interview a été réalisée en août 1994 par Catherine Hennicker pour son mémoire intitulé "Réflexions de chercheurs ou la recherche vue par elle-même", septembre 1994, 70 pages, dans le cadre d'un DESS en communication scientifique et technique à l'université Louis Pasteur de Strasbourg, sous la direction de Baudoin Jurdant. Son stage de quatre mois a été effectué sous la responsabilité de Denise Grail à la direction de l'Information et de la Communication de l'INRA. Catherine Hennicker a interviewé une dizaine de chercheurs INRA dans la perspective d'explorer avec eux une approche de la recherche différente de celle qui est couramment pratiquée : démarche de recherche, choix d'un sujet, réflexions sur le "métier de chercheur" vu par eux-mêmes...

[2] "Sondage : vote de confiance pour la Science" dans "Science et Vie Junior", 1994.

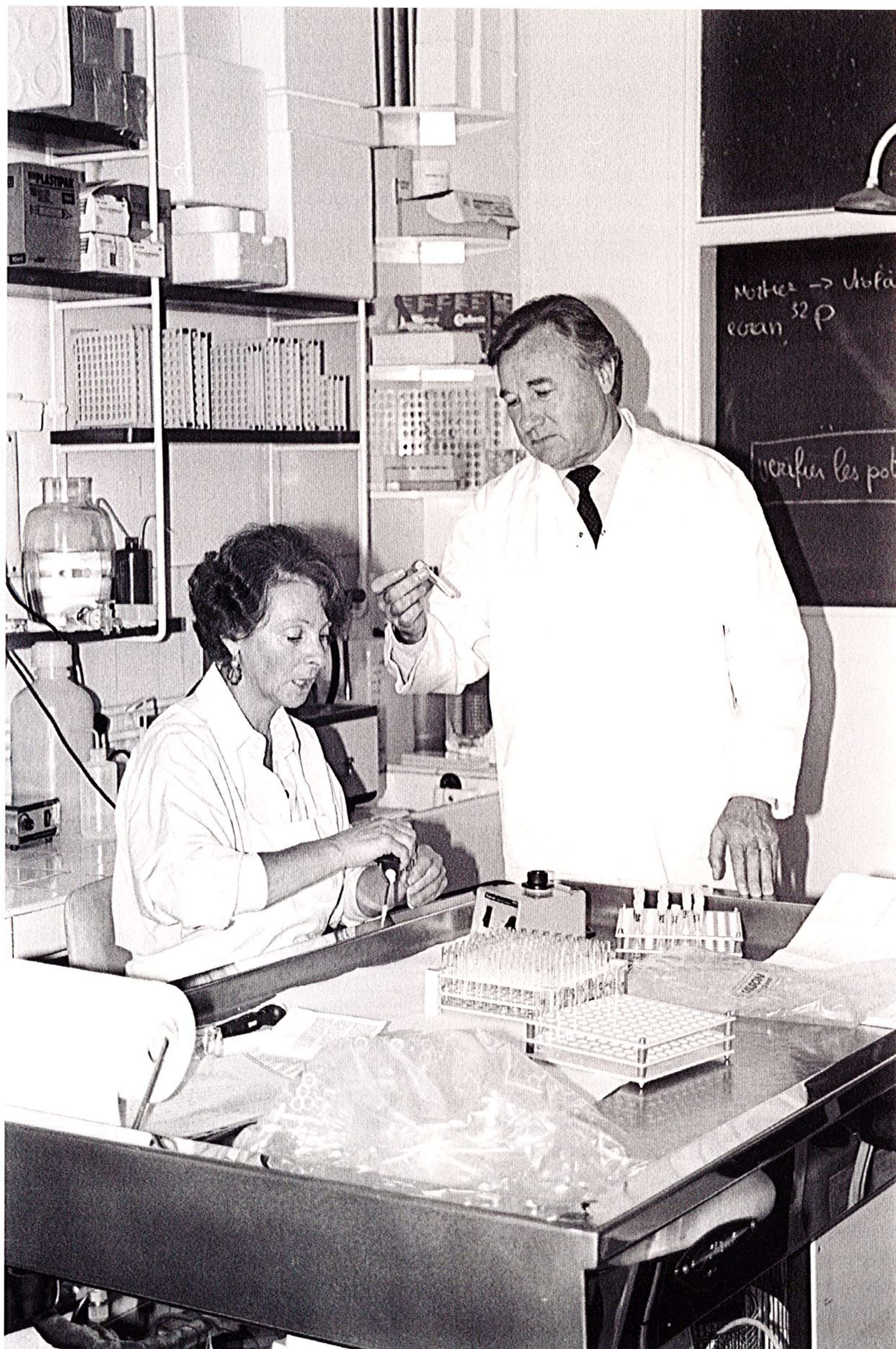
Les 3/4 des jeunes interrogés pensent aussi que le chercheur a le souci d'améliorer la condition humaine

C'est probable mais je serai un peu plus nuancé sur ce point. En effet, le chercheur est de plus en plus hyper-spécialisé et n'a sans doute pas en tête, du moins au départ, l'amélioration de la condition de l'homme. Il fait un travail fondamental pour expliquer un processus vital, trouver un mécanisme. Bien entendu, plus tard, quand son travail s'insère dans un programme plus large, il se préoccupe des retombées socio-économiques de ses recherches, ou tout au moins doit-il le faire. Ce souci d'utilité publique de la recherche, en dehors de l'amélioration des connaissances de base, est probablement plus flou qu'il y a un quart de siècle. Nos travaux étaient plus appliqués, même si l'on avait recours à l'époque à des techniques de pointe (méthodes spectrométriques d'analyse, traceurs isotopiques...). Nous obtenions rapidement des résultats importants immédiatement transposables dans la pratique. Par exemple, nos travaux permettaient d'éviter des carences minérales alimentaires dans les troupeaux et donc d'éviter des pertes de rendement ou des troubles pathologiques. Nous avions l'impression de rendre service à l'agriculteur et au consommateur. En fait, nos résultats paraissaient très vite dans des revues de vulgarisation agricole ou industrielle et étaient rapidement mis en pratique. Nous avions un impact rapide sur la société... ce qui n'est plus souvent le cas de nos jours.

Les jeunes considèrent aussi que la raison d'être du chercheur est la recherche de la vérité. Cela vous semble sans doute évident ?

Certainement, c'est la principale motivation du chercheur, non seulement pour expliquer comment ça marche, pourquoi ça marche, à quoi ça sert, mais aussi pour éviter que l'on raconte n'importe quoi. Dans son souci de chercher et de défendre la vérité, le chercheur ne doit pas seulement faire progresser la connaissance mais il doit aussi l'empêcher de régresser sous les coups de boutoir d'un certain obscurantisme. J'ai cette réputation de "redresseur de torts" dans mon domaine de l'alimentation minérale, m'étant souvent engagé pour détruire des théories irrationnelles ou ésotériques qui y foisonnaient. Ainsi, j'ai rapidement eu l'occasion de condamner des compléments minéraux fantaisistes en alimentation animale. L'exemple le plus frappant à mes yeux est sans doute celui de la théorie des transmutations biologiques à faible énergie propagée par C.L. Kervran à grand renfort d'ouvrages qui ont connu un réel succès. D'après cette théorie, basée sur d'innombrables pseudo-preuves expérimentales, les principaux éléments peuvent se transmuter dans le sol ou l'animal en fonction des besoins, sous l'influence d'un activateur apporté par un produit calcaire marin. Remettant ainsi en cause le principe de nécessaire restitution au sol des éléments minéraux exportés par les récoltes et donc l'utilité des engrais, cette théorie a longtemps été l'argument scientifique des premiers tenants de l'agriculture dite biologique. Je me suis beaucoup amusé, car il n'est pas interdit de jouer, à éplucher ces ouvrages, à décortiquer les "preuves" pour trouver l'erreur, car je n'admettais pas que l'on puisse ainsi se servir d'une théorie farfelue pour justifier et instaurer une pratique agricole. À l'époque on en parlait beaucoup. Aussi, ai-je trouvé une certaine satisfaction à polémiquer, parfois durement (même dans le Courrier de l'INRA !), et à voir cette théorie progressivement abandonnée. D'autres l'auraient fait aussi, mais ma spécialisation sur les minéraux me rendait la tâche plus facile pour détecter les failles dans un système présenté fort habilement mais basé sur des interprétations fausses de faits réels. Il était aussi de mon devoir de réagir puisqu'était ainsi remis en cause tout ce que l'on savait sur la nutrition minérale des végétaux et des animaux. C'en était trop !

J'ai beaucoup d'autres exemples de ce genre, notamment celui d'une théorie ésotérique anti-phosphore d'un pseudo-chercheur canadien, qui a servi à une firme de l'Ouest pour vendre dans tout le pays un composé minéral sans phosphate, en arguant du fait que le phosphore était inutile et dangereux ! Cette fois, la vigueur jugée excessive de mes déclarations publiques m'a conduit devant les tribunaux mais j'avais atteint mon but ! J'ai aussi contribué, au sein d'une Commission officielle, à expertiser un produit homéopathique fortement préconisé en alimentation animale dans le but d'améliorer la minéralisation osseuse. Chercheur plutôt rationaliste, je ne crois pas beaucoup à l'homéopathie. J'attends toujours que l'on publie des preuves expérimentales irréfutables de son efficacité. Nous avons donc fait ou fait faire des essais sur des porcs, des rats, des volailles et nous n'avons rien trouvé ! Comme l'effet placebo n'existe pas chez l'animal, seule l'expérimentation animale en double aveugle (car l'effet placebo peut se produire chez l'éleveur !) et comportant un lot témoin peut démontrer l'efficacité de tels produits. Cela n'est pas



Colette Colin
et Léon Guégen.

possible chez l'homme ! Il en a été de même pour l'influence de l'alimentation minérale sur le sexe à la naissance, pratique proposée par un professeur d'Université parisienne, sans doute de bonne foi au départ : l'excès de sodium et de potassium donnerait plus de mâles et l'excès de calcium et de magnésium donnerait plus de femelles. On peut comprendre les enjeux d'une telle méthode en élevage, mais aussi

l'attrait qu'elle continue d'exercer sur de nombreuses femmes, d'autant plus que plusieurs livres et de nombreux articles de presse en ont vanté les mérites. Comme pour l'homéopathie, on peut ne pas comprendre et accepter des faits, s'ils sont prouvés ; mais là aussi l'expérimentation est très difficile chez la femme, car il faudrait un très grand nombre de sujets consommant pendant longtemps (avant la fécondation) des régimes sévères et stricts pour espérer obtenir un écart statistiquement significatif. Cela est possible sur la truie dont le régime alimentaire peut être rigoureusement contrôlé et qui met bas une dizaine de porcelets par portée. Avec des collègues généticiens, nous avons fait une expérience portant sur un millier de naissances et nous n'avons pas pu mettre en évidence un quelconque effet de régimes minéraux extrêmes. Nous l'avons écrit et proclamé, ce qui m'a aussi valu, avec d'autres collègues, les foudres de l'auteur de la théorie ! Outre le fait de chercher et d'être quelque peu utile à l'agriculteur et au consommateur, cette lutte contre les théories fallacieuses et la pseudo-science m'a toujours beaucoup motivé. Chercher la vérité c'est aussi tenter d'expliquer et de combattre les contrevérités !

Que pensez-vous des erreurs du chercheur, voire parfois des fraudes ?

La grande majorité des chercheurs qui se trompent le font involontairement. Très rares sont les cas patents de tricherie, dont certains démasqués avec l'assistance d'un illusionniste ! Le débat sur "Science et Illusion" (à envisager dans les deux sens) m'a toujours beaucoup intéressé, sans doute du fait de mon penchant pour l'illusionnisme ! Il s'agit de cas où la médiatisation d'un résultat, la compétition entre équipes ou les intérêts économiques en jeu font que le chercheur est acculé à ne plus accepter le doute. C'est très grave et dangereux un chercheur qui ne doute plus ! Plus courants sont les cas de chercheurs qui ont tendance à délaisser les résultats qui ne vont pas dans le sens de leurs théories. Enfin, il y a les erreurs tout à fait involontaires, celles-là très fréquentes. Le chercheur se trompe parce que la technique utilisée ou disponible n'est pas la mieux adaptée, parce que l'interprétation n'est pas bonne, parce que le protocole expérimental ou le mode de calcul ne permettent pas une analyse statistique rigoureuse. C'est le rôle des rédacteurs en chef de revues scientifiques (je le suis pour une revue INRA) et des experts auxquels sont soumis les articles de déceler de telles erreurs. Personnellement, une part très importante de mon activité est ainsi consacrée à lire ce que les autres écrivent, à éplucher ou à faire éplucher les textes et à décider si l'on accepte ou refuse de publier l'article.

Les erreurs sont-elles dues à un manque de documentation, au fait que le scientifique ait refait des expériences qui avaient déjà été faites auparavant de façon similaire ?

Oui, cela est courant, mais dans ce cas il s'agit moins d'erreurs que de lacunes. La documentation est la base de l'élaboration des programmes de recherche car il faut éviter de refaire ce qui a été fait ailleurs. Le chercheur qui ne lit pas assez, et c'est de plus en plus difficile de tout lire, est souvent déçu et frustré de se voir refuser un article parce que son travail n'est pas assez original, qu'il n'apporte rien de très nouveau. Une bonne mise au point bibliographique est un préalable indispensable. La documentation informatisée permet maintenant d'éviter les grosses impasses.

Il est vrai que certaines répétitions sont utiles, voire nécessaires. Des résultats sur un même sujet peuvent être obtenus par des techniques différentes, dans des conditions qui ne sont pas exactement les mêmes, sur un plus grand nombre d'individus... Acculé à publier pour être bien évalué, le jeune chercheur publie parfois trop vite. Par exemple, les conclusions tirées d'un essai sur un certain nombre d'animaux, dans telles conditions alimentaires et avec tel traitement, pourraient être différentes si l'expérience était refaite. Certaines confirmations de ses propres résultats ou de résultats d'autrui sont indispensables, même si elles ne sont pas très gratifiantes pour le chercheur. Il faut trouver un juste milieu, ce qui n'est pas toujours facile, entre la nécessaire originalité thématique et méthodologique d'une part, et la prudente obligation de répéter un essai pour confirmer des résultats inattendus. La déontologie élémentaire veut aussi que le chercheur cite, et donc connaisse, les travaux réalisés avant lui sur le même sujet. Ne pas le faire,



surtout quand des résultats antérieurs, même anciens, sont indispensables dans l'interprétation, est une faute grave. Quoi qu'il en soit, les erreurs ou les lacunes bibliographiques du chercheur ne peuvent se répéter longtemps car son travail est très contrôlé par ses pairs : il trouve toujours un bon ami pour critiquer ce qu'il fait, il présente ses résultats à des colloques, il écrit des articles qui sont vérifiés par des experts.

Comment viennent les idées pour mettre en marche une recherche ? Il y a l'intuition, la documentation, les rencontres, les congrès...

Il n'est évidemment pas interdit au chercheur de trouver lui-même ses idées de recherche ! Il connaît son sujet et sait ce qu'il reste à faire pour comprendre pourquoi un produit agit, sur quoi, à quel niveau, directement ou par l'intermédiaire d'une autre substance chimique, d'une hormone... Il cherche l'explication, le mécanisme. Mais il est évident que beaucoup d'idées de recherche naissent de la lecture des travaux des autres. Un chercheur doit lire énormément. Les résultats déjà publiés servent aussi dans l'interprétation de ses propres résultats. Beaucoup de protocoles expérimentaux sont établis pour trouver l'explication de résultats obtenus ailleurs. C'est une chaîne sans fin. Pour prendre encore un exemple personnel, quand j'ai commencé mes travaux sur le métabolisme phosphocalcique chez les animaux, mes idées sont venues de résultats antérieurs obtenus par la méthode classique des bilans ; mais, en y ajoutant des techniques radioisotopiques, j'ai pu mesurer les cinétiques d'absorption intestinale, les sécrétions endogènes, les échanges osseux... et donc mieux préciser les besoins nutritionnels. Je répète toutefois qu'il y a 30 ans il était facile de tout lire ce qui paraissait sur un sujet comme le mien, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui ! Les chercheurs sont excusables d'oublier de citer certains travaux qui paraissent dans des revues à faible diffusion.

Et la chance, la mode, la conjoncture ?

La chance joue bien sûr un grand rôle dans la recherche, comme ailleurs ! Elle peut même provenir d'erreurs, dont on a déjà parlé, et il y a de fameux exemples de découvertes qui lui sont dues !
La mode aussi est un facteur important du choix des thèmes de recherche. Elle se propage par la littérature scientifique et les congrès. Il ne faut pourtant pas trop y sacrifier car cela conduit au manque d'originalité dans les idées et aux répétitions superflues dont nous avons déjà parlé. L'effet de la mode peut être positif quand elle résulte de situations conjoncturelles. Je pense par exemple à l'accident de Tchernobyl en 1986 qui a offert un terrain d'expérimentation unique, espérons-le, mais exceptionnel. Il a en effet permis, notamment, d'étudier dans des conditions "naturelles" les transferts au lait et à la viande de divers éléments des retombées radioactives. Les travaux antérieurs avaient recours aux retombées des explosions militaires ou à des radio-isotopes ajoutés, qui n'ont pas le même comportement. Grâce à ce champ expérimental inattendu, de nombreux travaux ont pu être réalisés, des contre-mesures mises au point pour limiter la contamination de la chaîne alimentaire par les radio-isotopes du césium, des textes réglementaires établis. Nous y avons contribué à Jouy-en-Josas avec le CEA.

Directeur d'un laboratoire, vous n'êtes sans doute plus amené à faire vous-même du travail expérimental... ?

En effet, je reconnais que depuis de longues années je ne travaille plus directement à la paillasse. C'est couramment le cas, du moins en France plus qu'aux États-Unis par exemple, après 15-20 ans de recherche. Après 45-50 ans, le chercheur a souvent la responsabilité d'une équipe ou d'une unité de recherche. Il est absorbé par des charges administratives diverses, des participations à des commissions, à l'INRA ou à l'extérieur, des expertises, de l'enseignement... Il n'a plus le temps, mais pas non plus la même motivation pour le travail de recherche. La période la plus créative pour un chercheur est celle des 10-15 ans après la thèse, quand il a été recruté et qu'il a la sécurité et la liberté dans son travail. Je pense que la sécurisation du chercheur est un facteur important de fécondité d'esprit et de productivité originale ; ce qui n'est pas toujours évident quand il est sous contrat. Il est parfois frustrant de ne plus faire ou diriger soi-même les travaux de recherche, surtout quand on a transmis des idées de programmes ou d'interprétation ; ce qui reste encore possible après un certain âge ! Certains rares chercheurs parviennent à rester longtemps "chercheur à la paillasse", soit par goût persistant, soit parce qu'ils renoncent aux autres charges. C'est rare à l'INRA ! Il faut faire confiance à l'équipe, aux autres chercheurs. On peut encore demeurer impliqué dans des programmes, des protocoles, contribuer aux articles en tant que co-auteur... mais on n'est plus chercheur à part entière. Personnellement, je pense qu'il est du devoir du chercheur ancien de renoncer à son plaisir personnel et d'accepter les tâches ingrates et souvent obscures d'inté-

rêt collectif pour libérer les plus jeunes, leur permettre de faire leur travail et d'assurer leur carrière dans les meilleures conditions. Pour cela le responsable doit défendre les intérêts de son laboratoire (budget, avancements, locaux...) et être égalitaire. Il doit tout faire pour éviter ou atténuer les inévitables conflits entre équipes ou individus, pour rendre le climat favorable à l'activité de recherche. S'il y arrive, il a encore le sentiment d'être indirectement utile à la Recherche ! Cela n'empêche pas d'avoir la satisfaction d'être l'expert dans son domaine et de rester en rapport très étroit avec au moins une équipe. Pour ma part, par mes lectures, mes collaborations, mes conférences et mes nombreuses participations à des commissions et groupes d'experts, je ne décroche pas de la nutrition minérale des animaux et de l'homme, notamment de la valeur minérale des aliments et de la prévention de l'ostéoporose.













L'évolution de la recherche et l'accumulation des connaissances amènent à connaître des mécanismes de plus en plus complexes. Pensez-vous que cela aille vers une plus grande complexité ou vers une meilleure compréhension des choses ?

Dure question, à laquelle savaient pourtant répondre les candidats au concours d'assistant ! Il est évident que la science révèle une plus grande complexité des choses. L'épistémologie, l'histoire des sciences, montrent bien que des problèmes que l'on croyait comprendre il y a un siècle demeurent mystérieux et que, plus on avance, plus on se rend compte que c'est compliqué. Grâce aux techniques de plus en plus fines que l'on utilise, la biologie moléculaire en particulier, on découvre ce qui ne pouvait même pas être supposé. Il faut bien comprendre que les chercheurs peuvent aller de plus en plus loin dans la compréhension des mécanismes vitaux grâce à d'autres chercheurs qui, sans cesse, perfectionnent leurs méthodes d'analyse, leurs instruments de mesure. Il est en effet de plus en plus compliqué d'aller de l'organisme vivant à l'organe, au tissu, à la cellule, au noyau, à la molécule, ... Mais il est également difficile de passer de la molécule ou de la cellule à l'organisme dans son ensemble. C'est un peu ce qui caractérise le chercheur : plus il sait et plus il se rend compte qu'il ne sait pas grand chose, qu'il a encore beaucoup à apprendre. C'est aussi ce qui caractérise ses relations avec le public, avec certains médias. Il est difficile de faire accepter l'idée qu'il faut en savoir assez pour savoir que l'on ne sait pas grand chose ! Certains de nos interlocuteurs qui manquent de bases ont l'impression de savoir et s'ils ont cette impression c'est qu'ils n'en savent pas assez pour comprendre qu'ils ne savent pas. Il reste encore beaucoup à faire, dans tous les domaines. Il ne suffit pas de trouver, encore faut-il expliquer et comprendre ! On n'en finit pas. Comme l'a écrit Victor Hugo "La science est l'asymptote de la vérité ; elle approche sans cesse et ne touche jamais".

Pensez-vous que, la connaissance ayant augmenté très rapidement depuis quelque temps, le progrès va maintenant se ralentir ?

Il n'y a pas de limite. Il y a bien longtemps que les connaissances évoluent à un rythme jugé très rapide et il n'y a pourtant pas de ralentissement en vue. Il peut y avoir un certain découragement, voire un sentiment d'impuissance à faire reculer les limites dans certains domaines. Je pense aux gros problèmes de santé comme le cancer, le SIDA. D'innombrables équipes s'y consacrent dans tous les pays avec des moyens considérables et le public peut avoir l'impression que l'on piétine, que l'on atteint un palier. Il peut y avoir un certain infléchissement aux résultats immédiatement utiles mais il ne faut pas y renoncer car le progrès des connaissances continue, notamment dans l'explication des mécanismes en jeu. À force de mieux comprendre ce qui se passe, de mieux expliquer la vie, on arrivera à des applications directement utiles à l'homme et à sa santé.

Pour prendre un dernier exemple plus simple concernant l'INRA, on pourrait dire, et d'aucuns le disent, que l'on en sait assez maintenant pour bien nourrir les animaux de ferme pour qu'ils vivent en bonne santé et qu'ils produisent beaucoup de lait et de viande, d'autant plus que dans certains secteurs il y a des excédents agricole en Europe Occidentale. Pourquoi donc dépenser de l'argent pour chercher à produire encore plus ? En fait, si l'on raisonne en humanitaire, il est évident que dans des régions plus défavorisées du monde, dans des conditions différentes de sol, de climat, de végétation, de ressources, voire de tradition, on pourrait produire mieux et plus de viande et de lait. Il est vrai que l'innovation ne concernerait plus alors les intérêts proches et que la recherche n'est malheureusement pas toujours universelle ! Cela a conduit ou encou-

ragé, en France et à l'étranger, de nombreuses équipes de nutrition animale à se réorienter sur la nutrition humaine où, il est vrai, plus encore reste à faire ! Et pourtant, ne devra-t-on pas un jour relancer ou stimuler les recherches orientées sur l'élevage intensif pour poursuivre la course au rendement, avec les problèmes associés à résoudre, d'ordre génétique, nutritionnel, pathologique... ? De même, un autre exemple de regain d'intérêt de certaines recherches en nutrition animale est lié aux problèmes d'environnement, à la pollution de l'eau par les nitrates et les phosphates des déjections des animaux, notamment des porcs et volailles en élevage hors sol. Des programmes ont été repris pour améliorer la rétention par l'animal des acides aminés et du phosphore des aliments, non pas pour qu'ils produisent plus mais pour qu'ils excrètent et contaminent moins. C'est un renversement conjoncturel de tendance qui montre qu'il est difficile de faire de la programmation à long terme de la recherche. Quoi qu'il en soit, la connaissance n'a pas de limites, ni donc la recherche !

Nous n'avons pas beaucoup évoqué les problèmes de communication des résultats, de vulgarisation, de relations avec la presse !

C'est en effet un problème important. Les rapports entre chercheurs et journalistes ne sont pas toujours simples, ils sont parfois même tendus ! Vous jouez le rôle du journaliste et je crains, peut-être à tort, que mes propos soient tronqués ou déformés ! Il y a souvent conflit d'intérêts entre le chercheur qui veut faire passer son message et le journaliste qui a ses propres contraintes de temps et d'espace et est à l'affût du sensationnel. Nous avons tous été piégés par l'utilisation de quelques lignes sorties de leur contexte ou d'extraits d'une longue interview ou d'un texte. Cela déforme le message. Le chercheur est alors frustré et se sent piégé. Il doit pourtant savoir que le journaliste amplifie en général les idées nouvelles ou glissements conceptuels dont il est lui-même l'amorce. S'il est vrai que le chercheur doit sortir de sa tour d'ivoire et communiquer, voire vulgariser lui-même ses résultats, il doit aussi être prudent, notamment dans des domaines sensibles comme ceux qui touchent à la santé, à l'environnement, ... Certains chercheurs ont le goût et les compétences pour communiquer. Bien sûr, ceux qui communiquent le mieux ne sont pas toujours ceux qui trouvent le plus. Le souci de prendre date, de profiter d'un effet d'annonce, d'acquérir une certaine notoriété et donc d'obtenir des moyens de recherche, les poussent à des déclarations intempestives et prématurées à la Presse, échappant parfois ainsi à l'évaluation scientifique préalable par leurs pairs. Il ne faudrait pas laisser divulguer des hypothèses ou des résultats non validés par une publication dans une revue scientifique spécialisée, qui demeure encore le seul instrument sérieux de validation. Dans le domaine de la nutrition par exemple, trop de conclusions hâtives sont tirées de corrélations statistiquement significatives mais sans démonstration de relation de cause à effet et sans découverte des mécanismes en jeu. De tels excès, amorcés par le chercheur impatient et amplifiés par le journaliste, entretiennent la confusion dans l'esprit du consommateur qui reçoit un message changeant et brouillé. Un bon moyen pour éviter de telles dérives serait de confier ou de faire contrôler l'information "sensible" par de bons chercheurs généralistes, ayant une bonne expérience de la recherche et une vue d'ensemble sur un secteur étendu. L'information y gagnerait en crédibilité. Cette espèce de chercheur est malheureusement en voie de disparition, à l'INRA comme ailleurs, et il faudrait pourtant tout faire pour la préserver ! Il faudrait aussi trouver un juste compromis pour que les définitions données par l'architecte irakien Mohamed Mokzoni concernant l'ingénieur, l'architecte et l'entrepreneur ne puissent aussi s'appliquer (après traduction et adaptation) au chercheur, au journaliste et au citoyen-consommateur :

• le **chercheur** est une personne qui sait beaucoup de choses sur un petit nombre de sujets et qui en sait de plus en plus dans un domaine de plus en plus limité, jusqu'à savoir pratiquement tout sur presque rien ;

• le **journaliste** sait très peu de choses sur un grand nombre de sujets et, progressivement, en sait de moins en moins dans un domaine de plus en plus grand, jusqu'à finalement savoir pratiquement rien sur presque tout ;

• le **citoyen** commence par savoir tout sur tout et, petit à petit, ne sait plus rien sur rien, et cela à force de lire ou d'entendre les chercheurs et les journalistes !

Il va de soi que cette situation est caricaturale et ne saurait en rien concerner le chercheur INRA !

Léon Guéguen,
directeur du laboratoire de Nutrition
et Sécurité Alimentaire (NASA), Jouy-en-Josas ■

Confort et bien-être des animaux en élevage intensif

Le Point

Le regard du vétérinaire sur les animaux d'élevage s'est longtemps cantonné à leurs caractéristiques sanitaires et zootechniques. Les notions de confort et de bien-être ne se sont imposées que sous la pression des protectionnistes. Elles nécessitent une vision différente des contraintes exercées par les techniques d'élevage sur l'organisme animal, au travers d'une prise en compte de la sensibilité et de l'univers subjectif des animaux concernés.


Photo : Yves Salichon

Les chiffres entre ( ) renvoient à la bibliographie en fin d'article.

Traditionnellement, nos vues sur la place de l'animal dans la société sont inspirées par une conception utilitaire. L'animal est subordonné aux intérêts de l'homme, qu'il s'agisse de l'animal de compagnie, de l'animal de sport ou de l'animal de rente. L'animal d'élevage a une utilité économique, tout comme l'animal de compagnie a une utilité sociale et l'animal de sport une utilité ludique. En contrepartie de cette utilité, l'homme a le devoir de protéger l'animal, c'est-à-dire de lui éviter toute souffrance inutile. Mais vouloir limiter la souffrance engendrée éventuellement par le lien de subordination établi entre l'animal et l'homme suppose que l'on soit en mesure d'identifier avec précision à la fois les causes de cette souffrance et ses modalités d'expression chez les animaux eux-mêmes. Cela n'est pas facile et, souvent, l'observateur qui émet un jugement a tendance à le faire sur la base de sa subjectivité propre, comme s'il y avait équivalence entre le monde subjectif des animaux domestiques et celui des êtres humains (15).

Les vétérinaires ont depuis longtemps souscrit à la nécessité d'éviter toute souffrance inutile chez les animaux dont ils ont la charge et cet impératif est inscrit dans le code rural. Mais la conception qu'ont les vétérinaires de la souffrance animale est habituellement limitée à la souffrance physique, avec en corollaire l'idée que les animaux domestiques sont en fait très peu sensibles à la douleur (16). Les préoccupations éthiques exprimées de nos jours par la société vont cependant bien au-delà de la simple notion de douleur, puisque

Sur ce thème, voir aussi :
- Comportement maternel chez les ovins. Pierre le Neindre (Theix), Pascal Poindron (Tours), INRA mensuel n° 57, octobre 1991, p. 8-9.
- Le bien être de l'animal d'élevage : des directives européennes. Jean-Pierre Signoret (Tours), INRA mensuel n° 59, janvier 1992, p. 4-5.
- Comportement maternel chez la truie et survie du porcelet. Marie-Christine Meunier-Salaün, recherches porcines, Saint Gilles, INRA mensuel n° 61, mars 1992, p. 4-5.
- L'odeur du bélier déclenche l'ovulation des brebis. Jean-Pierre Signoret, INRA mensuel n° 64-65, octobre 92, page 2.
- Comportement et adaptation des animaux domestiques aux contraintes imposées par l'élevage moderne. Jean-Pierre Signoret, INRA mensuel n° 64-65, octobre 92, p. 33-35.
- Médecine vétérinaire de Pasteur à l'écopathologie. B. Faye, INRA mensuel n° 81, avril 95, p. 22-23.

Des travaux ont lieu également à l'aviculture de Tours dans l'équipe "Biologie du comportement et adaptation des oiseaux" animée par J.M. Faure : besoins en espace de la poule pondeuse, comportement alimentaire chez les volailles, couvaison chez le faisan (génétique), sélection de lignées de cailles à forte ou faible émotivité ou à forte ou faible motivation sociale.

Cet article est paru dans "le Point vétérinaire" du mois de février 1995, avec un éditorial de J.P. Signoret. On peut également se reporter au "Point vétérinaire", vol. 27, n° 170, août-septembre 1995, dont l'éditorial est de P. Le Neindre.


Photo : Gérard Paillard

les termes négatifs - douleur, souffrance, stress - tendent à être remplacés par des termes positifs comme confort et bien-être (27). Ce glissement sémantique n'est pas anodin. Tout comme dans le domaine médical, la préservation de la santé tend à se substituer à l'éradication des maladies, le souci du bien-être ne se confond pas entièrement avec l'élimination de la souffrance.

Pour les éthologistes, ces scientifiques qui se sont spécialisés dans l'étude du comportement, les animaux d'élevage ont non seulement des besoins physiologiques (les besoins nutritionnels, les besoins de thermorégulation par exemple), mais également des besoins comportementaux. Si ces besoins comportementaux ne peuvent être satisfaits, une profonde frustration s'ensuit et les animaux peuvent alors ressentir une véritable souffrance mentale (16, 18). Il en est ainsi d'une poule en cage qui ne peut prendre de bain de poussière ou couver ses oeufs, ou d'un porc élevé sur caillebotis ou sur un sol en ciment et qui ne peut utiliser son groin pour fouir. Selon ce point de vue, le bien-être des animaux ne peut être défini sans tenir compte de leur comportement et leurs états mentaux.

L'objet de cet article est de faire le point sur cette notion de bien-être et d'examiner à la fois les facteurs susceptibles d'interférer avec le bien-être des animaux de rente et les moyens dont on dispose actuellement pour identifier un telle éventualité.

Les contraintes exercées par l'élevage intensif sur le comportement

L'élevage intensif fournit un cadre de vie à l'animal dans lequel il peut exprimer plus ou moins facilement les activités faisant partie de son répertoire naturel. L'identification des contraintes exercées par l'environnement sur le comportement constitue un point de départ objectif pour la recherche des facteurs d'inconfort (9).

Les contraintes physiques et sociales

La réduction de la surface au sol, alliée à une augmentation de taille des effectifs, est une caractéristique importante de l'élevage intensif. Les valeurs moyennes de surface au sol accordée par animal peuvent varier en plus ou en moins suivant les cas, mais il est remarquable de constater qu'elles reviennent toutes à accorder une surface au sol de 250 à 500 cm^2 par unité de poids métabolique. Le poids métabolique est égal au poids vif, en kilogramme, élevé à la puissance 2/3 ; il correspond à la surface corporelle et permet la comparaison entre espèces différentes par la taille. Tout se passe donc comme si le minimum de surface était proche d'une valeur correspondant à l'espace statique occupé par l'animal (26). Nous verrons que cette interprétation s'avère exacte dans le cas du porc où la norme correspond à la surface nécessaire au décubitus sterno-abdominal.

Les animaux de rente présentent une vie sociale : les relations entre individus ne sont pas le fait du hasard mais elles sont gouvernées par des structures sociales de dominance. Plusieurs types de mécanismes régulent les relations sociales (9) :

• **l'attachement** est le phénomène par lequel le jeune se lie affectivement à sa mère ou à ses congénères. C'est un besoin primaire, non appris, dont l'importance pour la stabilité émotionnelle du jeune est primordiale. Le sevrage précoce et la séparation du groupe social d'origine représentent les causes principales de rupture de l'attachement en élevage intensif. L'importance de l'attachement est apparente à partir d'études faites sur les bovins : les relations sociales sont mieux régulées à l'intérieur de groupes de génisses élevées ensemble depuis la naissance qu'au sein de lots ayant fait l'objet de regroupements ;

• **la hiérarchie sociale** définit la place et le rôle de chaque individu au sein du groupe social. Les interactions agressives sont remplacées par un rituel comportemental (attitudes de dominance et de soumission) favorisant la coexistence. Le rang hiérarchique délimite les possibilités d'utilisation de l'espace et du temps : les animaux dominés n'ont pas toujours accès aux meilleures places pour la nourriture et ils ne peuvent s'en approcher que lorsque le dominant leur en laisse l'occasion. En cas d'augmentation de la densité ou de compétition pour une ressource (par exemple la restriction des possibilités d'accès à la nourriture en termes d'espace - places à l'auge - ou de temps - alimentation rationnée), le nombre d'interactions agressives augmente. En conséquence, les animaux se dispersent et la situation rentre dans l'ordre. Mais si cette dispersion est impossible pour des raisons de place, les individus dominés doivent sup-

porter la pression des dominants. L'élevage intensif suppose donc une plus grande tolérance des animaux les uns envers les autres qu'à l'état naturel.

Le rétrécissement du répertoire comportemental
L'élevage intensif exerce des contraintes plus ou moins sévères sur le répertoire comportemental des animaux de rente (9). Les activités ayant pour objet l'ingestion de nutriments (comportement alimentaire et hydrique) ou la reproduction de l'espèce (comportement sexuel) sont, en règle générale, utiles à la production et peuvent donc s'exprimer dans les conditions de l'élevage intensif. Cela ne veut pas dire pour autant que les conditions dans lesquelles ces activités peuvent s'exprimer soient optimales. Les autres comportements sont souvent négligés (comportement de recherche d'un abri, soins corporels, comportement de sollicitation des soins chez les jeunes) quand ils ne sont pas jugés indésirables (comportement agonistique correspondant aux interactions agressives ; comportement exploratoire correspondant à la curiosité). Chacun de ces comportements met en jeu, normalement, une série de trois séquences successives : une séquence appétitive, une séquence consommatoire et une séquence post-consommatoire (Tableau 1). Les attitudes adoptées au cours de la séquence consommatoire varient suivant l'espèce et sont, en général, prises en compte dans la conception du matériel d'élevage. Mais l'élevage intensif n'accorde pratiquement aucune place aux phases appétitives des principales activités : la recherche de nourriture, la construction du nid ou la parade nuptiale avant la saillie ne sont pas possibles. Or les processus physiologiques, qui interviennent dans la phase consommatoire, sont normalement favorisés par les nombreuses réafférences sensorielles et motrices résultant de l'exécution des comportements appétitifs, si bien que leur efficacité peut se trouver compromise si cette phase est court-circuitée.
En définitive, qu'il s'agisse de l'environnement physique et social ou des possibilités d'exprimer le comportement naturel, l'élevage intensif est source de nombreuses contraintes. Celles-ci sont-elles effectivement perçues comme telles par l'animal ? Il y a deux façons de répondre à cette question :
• la première consiste à comparer le répertoire comportemental des animaux de rente à celui de leurs congénères sauvages, afin de savoir si le processus de domestication a effectivement fait disparaître un certain nombre de comportements, à l'instar de la couvaison chez la poule pondeuse, ou si leur expression est empêchée par les conditions d'élevage. La difficulté de cette approche et en particulier le problème du choix de la référence (l'espèce sauvage ?) ont été bien analysés par Dawkins (15). La tendance actuelle, à cet égard, consiste à élever en liberté des animaux normalement destinés à l'élevage intensif afin d'observer la gamme des comportements qu'ils sont capables de développer dans ces conditions. Dans le cas du porc par exemple, les truies se révèlent tout à fait aptes à construire des nids parfaitement orientés par rapport aux vents dominants pour protéger leur portée et l'utilisation du territoire mis à leur disposition fait apparaître une séparation nette entre les aires de repos et de parcours et les aires de défécation ;
• la deuxième repose sur la mise en évidence de signes d'inconfort dans les conditions d'élevage incriminées et leur disparition lors de modification du milieu.

1 • Exemples de séquencement de quelques comportements

Comportement	Phase appétitive	Phase consommatoire	Phase post-consommatoire
Alimentation	recherche de nourriture	ingestion	repos, toilette
Soin corporel	grattage du sol	bain de poussière ou de boue	secouage
Comportement sexuel	parade nuptiale	accouplement	léchage, repos
Comportement agonistique	approche, menace	combat	fuite, évitement
Mise-bas	construction du nid	parturition	léchage, repos

Les indicateurs de confort et de bien-être

Pour apprécier le confort des animaux d'élevage, chaque spécialiste a tendance à avoir recours aux mesures qu'il connaît bien : le pathologiste recherche l'absence de maladies, le zootechnicien examine les courbes de production, le comportementaliste se base sur l'absence d'anomalies comportementales et le physiologiste vérifie qu'il n'y a pas de signes de stress. Comme nous allons le voir, chacune de ces approches fournit un élément d'appréciation, mais aucune d'entre elles ne peut prétendre à l'universalité.

Les critères pathologiques et zootechniques
Il n'y a aucune difficulté à admettre que la santé physique d'un individu soit une condition nécessaire à son bien-être. Un bon état de santé physique correspond en première approximation à l'absence de maladie et de blessure et à un niveau de production optimal. Mais toute la difficulté vient de ce que l'on définit comme l'absence de maladie et ce que l'on entend par normes de production.
Les grandes maladies infectieuses et les parasitoses majeures ont, en règle générale, disparu pour laisser la place à une pathologie beaucoup plus insidieuse dans laquelle le rôle des facteurs d'environnement et le mode de conduite d'élevage interviennent de façon prédominante (24). En élevage porcin, des troubles comme les diarrhées de sevrage du porcelet ou le syndrome métrite-mammite-agalaxie des truies reproductrices sont l'expression de facteurs pathologiques non spécifiques dont le pouvoir faiblement pathogène se trouve amplifié par les réactions organiques accompagnant l'inconfort de l'animal au sein du système d'élevage. Au niveau descriptif, les travaux réalisés par les épidémiologistes

pour essayer de relier la pathologie aux caractéristiques de l'écosystème que représente le système d'élevage, visent à identifier les facteurs de risque, de façon à les corriger le cas échéant. En termes de mécanismes, les études menées sur les effets du stress sur le système immunitaire fournissent des pistes intéressantes mais encore peu abordées en élevage (8, 13).

L'état de santé physique est également compromis lors de blessures et de rupture de l'intégrité physique du revêtement cutané (y compris les poils et les plumes). Les blessures résultent d'une interaction dynamique entre l'animal et son environnement : les coupures et les abrasions sont le résultat d'un mouvement de glissement contre une surface vive, suivant la surface des points d'appui ; les piqûres et les écrasements sont, par contre, dus à une pression statique s'exerçant sur un point ou une zone plus étendue de la surface corporelle. Des études systématiques sur les systèmes de cage disponibles sur le marché montrent que le sol et le mode d'attache sont les principales causes de blessure en élevage : chez les poules pondeuses en batterie, les blessures au niveau des pattes atteignent 21 à 87 % de l'effectif, les facteurs critiques étant représentés par la pente et le revêtement du sol (28). Chez les truies à l'attache, l'incidence des blessures est de 6,1 % contre 0,8 % chez les truies non attachées, tandis que la fréquence des lésions podales varie du simple au double sur caillebotis intégral par opposition au caillebotis partiel (18).

En-dehors des considérations vétérinaires précédentes, beaucoup d'éleveurs s'appuient sur la présence de performances zootechniques correspondant aux normes pour dénier l'existence éventuelle d'atteintes au bien-être et au confort des animaux. On ne peut cependant souscrire à une telle attitude : les performances zootechniques se mesurent au niveau d'un lot et non d'un individu ; or la souffrance est un phénomène individuel et non collectif. Des études norvégiennes montrent, par exemple, que des performances zootechniques "normales" sont atteintes avec un pourcentage d'animaux souffrant de faiblesse des pattes et de troubles locomoteurs qui est de l'ordre de 17 % chez les porcs à l'engrais et de 14 à 20,5 % chez les truies (20). Les Allemands arrivent à des chiffres comparables (30). Les normes de productivité intègrent, en outre, une mortalité non négligeable puisqu'elle atteint couramment 3 à 10 % de l'effectif chez les porcelets sous la mère et 1 à 3 % en engraissement. Il est donc difficile, dans ces conditions, de parler de bien-être optimal.

Le profit dégagé par l'éleveur est encore moins fonction du bien-être que les performances zootechniques puisqu'il fait intervenir des éléments totalement indépendants de l'animal (coût des bâtiments, de la main-d'oeuvre, de l'alimentation) ; le maximum de profit n'est pas nécessairement obtenu dans des conditions de bien-être optimal, et la conception d'un bâtiment, par exemple, est souvent le résultat d'un compromis entre les normes de confort climatique et les exigences de coût.

En conclusion, les critères pathologiques et zootechniques ne peuvent servir à mesurer le bien-être des animaux en élevage ; les maladies et les blessures physiques ont sans nul doute une incidence négative sur le bien-être, mais des méthodes d'appréciation globale de l'état sanitaire des animaux en élevage restent encore à définir et à mettre en application. La prise en compte des performances zootechniques n'est guère plus utile, car l'absence d'anomalie n'équivaut pas nécessairement à un bien-être optimal.

Les critères physiologiques

Les approches physiologiques sont dominées par la notion de stress. Face à un environnement contraignant, l'animal tente de s'adapter et cette adaptation est accompagnée d'une réaction physiologique dite non spécifique car ne dépendant pas de la nature de la contrainte. Ainsi, la séparation du groupe social, l'introduction dans un nouvel environnement, la privation brutale de nourriture, l'exposition à une température élevée ou l'administration de chocs électriques douloureux conduisent toutes à une augmentation de la libération de glucocorticoïdes par le cortex surrénalien (11, 17). Celle-ci peut être appréciée par dosage du cortisol dans le plasma ou, éventuellement, par la mise en évidence des conséquences physiologiques de cette libération (variation de la formule sanguine, augmentation de la glycémie par exemple) (10).

Compte-tenu de ces éléments, on pourrait penser qu'il suffit de mesurer les concentrations de cortisol plasmatique pour déceler un éventuel état d'inconfort chez l'animal. Les choses ne sont cependant pas aussi simples : la réponse corticosurrénalienne s'atténue rapidement lors d'exposition prolongée à une même agression si bien que son intérêt pour mesurer les réactions de l'animal à une situation potentiellement inconfortable est très limité.

La question se pose alors de savoir s'il n'existe pas de meilleur indice pour apprécier la réactivité de l'animal à son milieu. Le système hypophyso-corticosurrénalien n'est pas seul en jeu et d'autres systèmes hormonaux interviennent également dans la réponse au stress (9, 10). C'est le cas, en particulier, du système sympathique et médullo-surrénalien dont l'activation se traduit par une libération de catécholamines dans la circulation sanguine. Les méthodes de dosage biochimique utilisables pour les catécholamines plasmatiques sont cependant beaucoup plus délicates que celles mises en oeuvre pour mesurer les taux plasmatiques de cortisol. De plus, l'activité sympathico-médullosurrénalienne est très labile ; son temps de réponse est très faible, de l'ordre de quelques secondes, et elle est très sensible aux manipu-

lations dont l'animal fait l'objet. En dehors des conditions bien contrôlées du laboratoire, son étude est donc très difficile. D'autres marqueurs, comme l'activité des enzymes intervenant dans le métabolisme des catécholamines, sont mieux adaptés à la mise en évidence des pressions exercées à long terme par l'environnemnent sur l'organisme animal.

L'interprétation des résultats fournis par l'approche physiologique doit tenir compte du comportement des animaux (12). En effet, l'activité des systèmes neuroendocriniens est profondément influencée par les facteurs psychiques et des concentrations élevées de cortisol et de catécholamines peuvent simplement signifier un engagement actif de l'animal dans des activités lui permetttant d'agir sur son milieu plutôt qu'une souffrance potentielle ou réelle. De façon générale, l'axe sympathique et médullo-surrénalien est sollicité quand l'animal tente de contrôler activement la situation à laquelle il est confronté tandis que l'axe corticotrope est activé quand la situation est incertaine et difficilement contrôlable (6).

L'étude des relations étroites qui existent entre l'activation physiologique et la façon dont l'organisme répond aux agressions est importante, car elle permet de déduire, à partir d'une observation fine de la physiologie et du comportement, la façon dont les animaux sont capables de s'adapter à leur environnement, en fonction de leur perception de cet environnement (7, 10).

Il n'est toutefois pas toujours nécessaire d'avoir recours à des indicateurs sophistiqués pour apprécier les contraintes exercées sur l'animal. Ainsi, lors de transport des veaux à l'engraissement, les dosages biochimiques ont permis de montrer qu'un déficit énergétique prononcé et une déshydratation dominaient le tableau clinique, la fatigue musculaire n'intervenant pratiquement pas (24, 25). De la même façon, on savait depuis longtemps que les manipulations accompagnant le chargement et le déchargement des porcs destinés à l'abattoir représentaient un des facteurs critiques dans l'apparition du syndrome de mort cardiaque. L'enregistrement de l'électrocardiogramme a permis de quantifier l'intensité de l'effort fourni par l'animal : la fréquence cardiaque double par rapport aux valeurs de repos au cours de la montée de la rampe d'accès au véhicule de transport lorsque celle-ci est inclinée à 30°, alors que l'augmentation n'est que de 40 % pour une inclinaison de 15° (32). À partir de ces mesures biologiques, il est facile de déduire des solutions pour pallier les problèmes pratiques et l'efficacité de ces solutions peut être testée objectivement sur la base des critères déjà pris en compte.

Les critères comportementaux

Les prescriptions du Conseil de l'Europe stipulent que les conditions d'élevage doivent respecter les besoins physiologiques et comportementaux des animaux. Le rapprochement entre les besoins physiologiques et les besoins comportementaux n'est pas innocent. Il confère au comportement les mêmes priorités dans l'économie de l'organisme que la composition de la ration ou la nature de l'environnement climatique. Ce présupposé n'est cependant pas facile à argumenter en termes scientifiques et il s'appuie davantage sur l'anthropomorphisme que sur des données objectives. Pour trancher, le comportementaliste dispose actuellement de deux méthodologies d'approche, la mise en évidence des anomalies comportementales et l'étude des préférences.

Dans le premier cas, il s'agit de rechercher les anomalies dans l'expression des comportements qui signeraient le non respect des besoins, un peu comme une carence traduirait l'insuffisance des apports nutritionnels. Les attitudes anormales et les mouvements stéréotypés, très fré-

Tempête sur les veaux en batterie

La presse agricole de la fin du mois de Janvier 1995 se fait largement l'écho d'une déclaration du ministre britannique de l'Agriculture, William Waldegrave, selon laquelle les jours de l'élevage des veaux en batterie dans l'Union européenne sont comptés. À Bruxelles, le Comité scientifique vétérinaire de la Commission des Communautés européennes travaille sur un projet de directive venant compléter et préciser la directive 91/269/EEC qui impose l'élevage des veaux en groupe à partir de la huitième semaine après leur arrivée dans l'élevage.

Quels sont les enjeux ? Selon Broom (5) qui préside le groupe d'experts en matière de protection animale au sein du Comité scientifique vétérinaire, l'élevage du veau en case individuelle soumet celui-ci à des contraintes inacceptables. Le fait de séparer les veaux de leur mère à la naissance, de les élever isolément dans des cages empêchant tout mouvement et et de les soumettre à une alimentation exclusivement lactée va à l'encontre de leurs besoins comportementaux et physiologiques de base. Ce n'est pas le cas, par contre, des techniques d'élevage en cases collectives qui permettent les contact sociaux et laissent les animaux libres de leurs mouvements, l'apport complémentaire de fourrage permettant de lever les problèmes liés à l'alimentation lactée.

Pour apprécier le degré de souffrance ressenti par les veaux élevés en case individuelle, les chercheurs ont surtout utilisé des critères comportementaux et physiologiques (22). La plus grande contrainte est celle de l'espace au sol. Quand l'espace accordé augmente, les animaux ont tendance à étaler les pattes quand ils sont couchés, même si le temps total passé dans cette position reste très faible (1 à 2 % du temps). Le temps consacré aux activités orales stéréotypées (le veau sort sa langue et lui fait faire des mouvements circulaires répétés) est plus important en case individuelle qu'en case collective et, dans le premier cas, les stéréotypies diminuent de fréquence quand la taille de la case augmente pour être remplacées par le léchage des parois de la cage et du corps. Les animaux présentent une certaine incoordination de leurs mouvements et de l'hyperactivité quand on les sort de leur logette. L'axe corticotrope parait davantage sollicité chez les veaux en case individuelle que chez les veaux en case collective puisque le freinage par la dexamethasone est moins efficace et l'injection d'ACTH est suivie d'une plus grande élévation de la cortisolémie.

L'élevage en cases collectives n'est pas pour autant la panacée. Si les performances zootechniques se valent, la morbidité et la mortalité sont souvent plus élevées, en raison de la difficulté de déceler les individus malades à temps. Les animaux se gênent entre eux et le repos pattes étalées n'est guère possible. Un système de cases individuelles de taille suffisante avec des cloisons permettant les contacts entre animaux peut être préférable dans certains cas.

La directive en cours d'examen à Bruxelles préconise le regroupement des animaux à partir de 10 jours d'âge ou de 4 semaines dans le cas d'animaux de provenance hétérogène, et bien qu'il n'y ait pas de chiffres de superficie minimale, il est précisé que la taille de la loge collective doit être telle que les animaux puissent déployer tous les comportements caractéristiques de l'espèce et se coucher les pattes étendues, sans géner les veaux qui continuent à bouger. Le caillebotis n'est autorisé que sur la moitié de la loge au maximum, l'autre moitié devant disposer d'une litière. Le lait doit être donné à la tétine et non pas au seau et du fourrage doit être disponible. Le logement en cases individuelles doit rester l'exception et, quand il est pratiqué (veaux de moins de 4 semaines, animaux lécheurs ou malades), les cases doivent avoir une taille suffisante (largeur supérieure à la hauteur au garrot, longueur supérieure d'au moins 40 cm à la longeur du veau).

Il n'y a pas beaucoup d'élevages répondant à ces normes en France. Sachant que la consommation de viande de veau a baissé de près de 20 % entre 1980 et 1989 et que les prévisions ne sont guère optimistes en ce qui concerne une reprise éventuelle de la consommation, on ne voit guère comment les producteurs pourront s'engager dans des modifications nécessairement coûteuses de leurs installations pour répondre aux nouvelles normes européennes.

quents chez les animaux de zoo élevés en environnement appauvri, constituent le cas le plus fréquent de troubles comportementaux (4, 22, 31). Chez le porc, ce sont les mâchonnements et les léchages d'objet ou à vide. Chez les bovins, on retrouve également des stéréotypies oro-linguales, aussi bien chez les veaux que chez les vaches laitières. En ce qui concerne le veau, il ne semble cependant pas que les comportements de léchage soient plus fréquents chez les veaux de batterie que chez les animaux laissés avec leur mère, ils seraient simplement dirigés différemment. Ces comportements anormaux traduisent une déviation pathologique des mécanismes neuronaux sous-tendant l'organisation des comportements, la pathologie n'apparaissant que chez certains individus présentant une hypersensibilité de certains systèmes neurochimiques cérébraux (6). Bien qu'il soit tentant, à partir de cette constatation, d'éliminer les animaux sensibles, un peu comme cela est fait avec les porcs dit "stress-sensibles" que l'on peut détecter sur la base de leur réponse à l'halothane, il faut certainement mieux adopter une autre approche. Celle-ci consiste à considérer les comportements anormaux comme un signal d'alerte, reflétant une inadéquation entre l'animal et son milieu. Dans ce contexte, la solution est de chercher à modifier le milieu ou, à tout le moins, de fournir des objets substitutifs aux animaux pour leur permettre d'exprimer de manière satisfaisante les comportements de mâchonnement et de léchage qu'ils ont tendance à manifester en pareilles conditions. Chez les truies gestantes par exemple, le facteur principal de l'apparition des stéréotypies est la restriction alimentaire et la meilleure façon de prévenir leur apparition est non pas de nourrir davantage les animaux, mais de leur donner accès à un aliment non nutritif, comme de la paille (Tableau 2) (19, 22).

Dans le deuxième cas, l'idée est de demander à l'animal lui-même d'exprimer ses choix pour apprécier où et comment se situent ses priorités (14, 21). Pour prendre un exemple, on discute beaucoup de l'importance d'un éclairage suffisant pour les animaux et ce d'autant plus

2• Fréquence de différentes activités chez des truies à l'attache, suivant la présence ou l'absence de paille et la façon dont elle est distribuée -d'après (19)-

	Paille à volonté dans la loge	Paille dans l'auge	Paille incorporée dans la nourriture	Absence de paille
• Activités *				
Couché	75	74	85	46
Debout	125	125	105	144
Assis	2	5	14	12
Immobile	2	18	38	35
Mouvement de tête à vide	2,3	12	26	43
• Direction de l'activité **				
Paille	98	61	13	2
Barres	8	22	71	73

* Nombre de minutes au cours desquelles le comportement est observé au moins une fois, sur 2 x 80 minutes d'observation.
** Pourcentage du temps passé debout.


Photo : J. Chevalier

que la tendance, en élevage intensif, est de maintenir les animaux à l'obscurité pour éviter toute excitation intempestive. Si on donne à des porcs à l'engrais l'accès libre à un interrupteur marche/arrêt, la lumière reste allumée 70 à 80 % du temps, sans variation nycthémérale marquée (2). Luxe ou nécessité ? Pour répondre à cette question, il suffit de remplacer l'interrupteur par une minuterie qui permet de maintenir la lumière allumée pendant quelques dizaines de secondes. Les animaux s'octroient alors de la lumière pendant quelques minutes et se désintéressent très vite du bouton poussoir. Mais si celui-ci commande l'allumage de lampes infra-rouge chez des animaux placés au froid, il en va tout autrement et la fréquence de réponse se maintient à un niveau élevé. Cela n'est vrai cependant que pour des animaux placés dans l'environnement appauvri d'une loge d'élevage. Si les animaux sont élevés à l'extérieur, avec la commande de l'éclairage infra-rouge dans un abri, ils préfèrent passer leur temps à fouir le sol plutôt que de se réchauffer (1) ! Par des expériences de ce genre, on peut interroger directement les animaux sur la nature de leurs goûts et leurs aversions et leur intensité relative et, à partir des données ainsi obtenues, leur composer un environnement adapté (15).

Une approche complémentaire, inspirée de l'ergonomie, consiste à considérer l'animal comme un opérateur effectuant une tâche dans un environnement artificiel et à optimiser cet environnement en fonction des caractéristiques morphologiques de l'opérateur et de la façon dont ses comportements sont organisés. Le regard de l'ergonome sur le comportement consiste à décomposer une activité donnée (boire, manger, se coucher, se lever) en séquences, à mesurer les exigences spatio-temporelles des différentes séquences et à identifier les phases critiques au-delà desquelles le mouvement devient irréversible (26). À partir des données ainsi collectées, il est apparent que, dans de nombreux cas, la façon dont l'environnement est conçu n'est guère favorable à l'expression des comportements de base. À titre d'exemple, il est aisé de définir un espace statique correspondant à la place nécessaire pour le lever et le coucher. Dans le cas du porc à l'engrais, les normes de surface au sol par animal en logement sur caillebotis ou sur grillage se situent entre l'espace minimum pour se cou-

cher sur le côté et celui nécessaire au décubitus sterno-abdominal. Le franchissement de cette dernière limite entraîne une dégradation des performances zootechniques (26). Une telle sanction n'est manifestement pas toujours la règle puisque l'inspection, dans le même esprit, des systèmes disponibles sur le marché anglais pour les truies bloquées ou attachées, montre que sur vingt quatre modèles proposés à la vente, seuls sept respectent l'espace nécessaire au bon déroulement des changements de posture (3). Les conséquences sont le risque de blessure et la surcharge articulaire. Si des progrès substantiels peuvent être réalisés en la matière, leur vitesse de pénétration est lente en raison des coûts engendrés et de l'absence d'institution habilitée à tester systématiquement tous les matériels mis sur le marché.

Conclusion

L'élevage industriel est souvent qualifié d'élevage en batterie pour mieux exprimer la vision négative qu'offre aux protectionnistes l'environnement standardisé fourni aux animaux de rente. Il est indéniable que dans la conception de cet environnement, les impératifs de productivité ont pris le pas sur le confort, avec l'hypothèse implicite que le confort n'était pas menacé tant que les performances n'étaient pas affectées. Cette hypothèse se trouve prise en défaut. Il est actuellement possible de redresser la barre, avec des coûts plus ou moins importants suivant les systèmes en cause, mais sans pour autant avoir la certitude que le gain de confort possible en modifiant l'environnement sera suffisant pour être accepté socialement. C'est là que le scientifique doit laisser la place au politique. Le bien-être appartenant au domaine des représentations sociales, il appartient à la société de définir en dernier ressort ce qui est acceptable au plan de l'éthique.

Robert Dantzer,
Neurobiologie intégrative
INRA-INSERM, U394, Bordeaux. ■

Références bibliographiques

1• BALDWIN B A. Operant studies on the behavior of pigs and sheep in relation to the physical environment. J. Anim. Sci., 1979, 49, 1124-1134.
2• BALDWIN B A, MEESE G B. Sensory reinforcement and illumination preference in the domesticated pig. Anim. Behav., 1977, 25, 497-507.
3• BAXTER M R., SCHWALLER C., 1982 : Space requirements for sows in confinement. In : Baxter S H, Baxter M R, MacCormak J A C (eds) Farm animal housing and welfare, The Hague, Martinus Nijhoff, 1983 : 181-194.
4• BLACK A J, HUGHES B O. Patterns of comfort behaviour and activity in domestic fowls : a comparison between cages and pens. Brit. vet. J., 1974, 130, 23-33.
5• BROOM D. Needs and welfare of housed calves. In : Metz J.H.M., Groenenstein C.M. (eds) New Trends in Veal Calf Production, Proc. Int. Symp. Veal Calf Production, Wageningen : EAAP Publications, 1991 : 23-31.
6• DANTZER R. Behavioural, physiological and functional aspects of stereotyped behaviour : a review and reinterpretation. J. Anim. Sci. 1986, 62, 1776-1786.
7• DANTZER R. Neuroendocrine correlates of control and coping. In : Steptoe A, Appels A (eds) Stress, Personal Control and Health, Chichester : Wiley, 1989 : 277-294.
8• DANTZER R. & KELLEY K.W. (1989). - Stress and immunity : An integrated view of relationships between the nervous and immune systems. *Life Sci.*, 44, 1995-2008.
9• DANTZER R, MORMEDE P. Le stress en élevage intensif, Paris : Masson, 1979.
10• DANTZER R, MORMEDE P. Can physiological criteria be used to assess welfare in pigs ? In : Sybesma W. (ed.), The welfare of pigs, The Hague, Martinus Nijhoff, 1981 : 53-73.
11• DANTZER R. MORMEDE P. Behavioural consequences of frustration and conflict in pigs. In Bessei W. (ed.), Disturbed behaviour in farm animals, Stuttgart : Eugen Ulmer, 1982 : 89-100.
12• DANTZER R, MORMEDE P. Stress in farm animals : a need for a reevaluation. J. Anim. Sci., 1982, 57, 6-18.
13• DANTZER R, MORMEDE P. Psychoneuroimmunology of stress. In : Leonard B, Miller K (eds) Stress, the immune system and psychiatry, Chichester : Wiley, 1994 : 47-67.
14• DAWKINS M. Do hens suffer in battery cages ? Environmental preferences and welfare. Anim. Behav., 1977, 25, 1034-1046.
15• DAWKINS M. La souffrance animale ou l'étude objective du bien-être. Paris : Éditions du Point Vétérinaire, 1982.
16• DUNCAN I J H, MOLONY V. Assessing pain in farm animals. Brussels : Commission of the European Communities, EUR 9742, 1986 : 183.
17• DUNCAN I J H, WOOD-GUSH D G M. Thwarting of feeding behaviour in the domestic fowl. Anim. Behav., 1972, 20, 444-451.
18• EKESBO I. Some aspectsof sow health and housing. In : Sybesma W (ed) The welfare of pigs, Thz Hague : Martinus Nijhoff, 1981 : 250-264.
19• FRASER D. The effect of straw on the behaviour of sows in tether stalls. Anim. Prod., 1975, 21, 59-68.
20• GRONDALEN T. View points on the porcine leg weakness syndrome. In : Proc. 3rd Intern. Conference on Production Disease in Farm Animals, Wageningen, 1977 : 214-218.
21• HUGHES B O. Preference decisions of domestic hens for wire or litter floors. Appl. Anim., Ethol., 1976, 2, 155-165.
22• LAWRENCE A B, RUSHEN J (eds). Stereotypic animal behaviour : Fundamentals and applications to welfare. Wallingford : CAB International, 1993 : 212.
23• LE NEINDRE P. Evaluting housing systems for veal calves. J. Anim. Sci. 1993, 71, 1345-1354.
24• MORISSE J P, COTTE J P, HUONNIC D. Influence du circuit d'approvisionnement sur le comportement sanitaire du veau. Rec. Med. vét., 1982 : 158, 307-314.
25• MORMEDE P, SOISSONS J, BLUTHE R M, RAOULT J, LEGARFF G, LEVIEUX D, DANTZER R. Effect of transportation on blood serum composition, disease incidence and production traits in young calves. Influence of the journey duration. Ann. Rech. vet., 1982,13, 369-384.
26• PETHERICK J C. A biological basis for the design of space in livestock housing. In : Baxter S H, Baxter M R, MacCormak J A C (eds) Farm animal housing and welfare, The Hague, Martinus Nijhoff, 1983 : 103-120.
27• PICARD M, PORTER R H, SIGNORET J P. Comportement et bien-être animal. Paris : Éditions INRA, 1994 : 228.
28• TAUSON R. Cages : how could they be improved. In : Moss R. (ed.) The laying hen and its environment. The Hague, Martinus Nijhoff, 1980 : 269-299.
29• TILLON J.P. Effet de la standardisation sur l'évolution de la pathologie en élevage porcin. Dans : Les Entretiens de Bourgelat, Paris, Éditions du Point vétérinaire, 1981 : 303-307.
30• UNSHELM J.. Breeding aspects of leg weakness in pigs. In : Proc. 3rd Intern. Conference on Production disease in Farm Animals, Wageningen, 1977 : 222-225.
31• VAN PUTTEN G, DAMMERS J. A comparative study of the well-being of piglets reared conventionnaly and in cages. Appl. anim. Ethol., 1976, 2, 339-356.
32• VAN PUTTEN G, ELSHOF WJ. Observations on the effect of transport on the well-being and lean quality of slaughter pigs. Anim. Regul. Stud., 1978, 1, 247-271.

SOMMAIRE n°84-85

Photo : Philippe Dubois.

Directeur de la publication : Marie-Françoise Chevallier-Le Guyader / Responsable de l'INRA mensuel à la DIC : Denise Grail
Maquette et P.A.O. : Pascale Inzérillo / Secrétariat : Agnès Beaubernard / Photothèque INRA : Raditja Ilami-Langlade
Comité de lecture : Nicole Prunier, Brigitte Cauvin (DIC) / Michèle Troizier (Productions végétales)
Yves Roger-Machart (Productions animales) / Pierre Cruiziat, Agnès Hubert (Milieu physique)
Christiane Grignon, Hélène Rivkine (Sciences sociales) / Marc Chambolle (Industries agro-alimentaires)
Laurence Garmendia (Relations internationales) / Loïc Bordais (Relations industrielles et valorisation)
Marie-Thérèse Dentzer (Service de presse) / Frédérique Concord (Service juridique) / Daniel Renou (Services généraux)
Nathalie Pouvreau (Agence comptable) / Jean-Claude Druart (Thonon-les-Bains)
Michèle Lamouroux (Programmation et financement) / Martine Jallut (Ressources humaines)
INRA,
Direction de l'information et de la communication (DIC), 147 rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07. Tél : (1) 42 75 90 00.
Conception : Philippe Dubois / Imprimeur : Moselle-Vieillemard / Photogravure : Vercingétorix
ISSN 1156-1653 Numéro de commission paritaire : 1799 ADEP